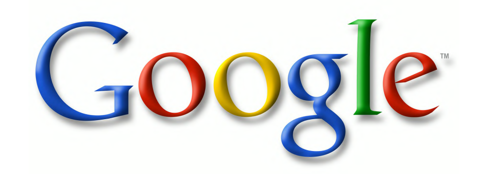


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

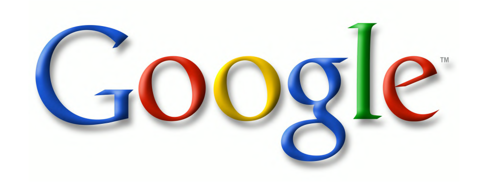
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274130 5



ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXXV.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-CINQUIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16, près la rue des Mathurins.

1827.

DE L'IMPRIMERIE DE C. THUAU,
SUCCESSEUR DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

RECHERCHES *sur la Chaleur spécifique des Gaz.*

PAR MM. AUG. DE LA RIVE ET F. MARCET.

(MÉMOIRE lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 19 avril 1827.)

DANS un précédent Mémoire (1), nous nous étions occupés de quelques recherches sur les changemens de température qui accompagnent les changemens de volume des gaz, et nous avions montré, contre l'opinion généralement admise, que lorsqu'un gaz entre dans un espace vide, il y a d'abord production de froid, et seulement plus tard production de chaleur. Nous étions parvenus à expliquer facilement ce double phénomène, par la combinaison du froid que produit la dilatation de l'air qui entre dans le vide, et de la chaleur que développe la compression de celui qui se trouve déjà con-

(1) *Biblioth. univ.*, avril 1823, et *Annales de Chimie et de Physique*, tome XXIII, page 209.

tenu, à des degrés divers de raréfaction, dans le récipient où se fait l'expérience.

Ayant eu l'intention de reprendre ce travail, la question, dès les premiers pas, nous a paru complexe. En effet, tous les résultats que l'on peut obtenir en examinant les différens gaz sous le point de vue que nous venons d'indiquer, doivent être influencés par deux causes : 1° *par la chaleur latente ou constituante du gaz*, c'est-à-dire la quantité de chaleur plus ou moins grande qu'il absorbe ou développe quand il change de volume;

2°. *Par sa chaleur spécifique*, c'est-à-dire par la quantité de chaleur plus ou moins considérable qui lui est nécessaire pour passer d'une température à une autre.

Cette distinction est absolument nécessaire à établir, et quoiqu'on puisse lier les deux classes de phénomènes et les ramener à des lois communes, il faut que l'expérience commence à fournir sur chacune d'elles les données qui sont indispensables pour pouvoir les coordonner ensuite sans le secours d'aucune hypothèse.

Nous avions cru d'abord que nos recherches devaient se borner à la détermination de l'une de ces classes de phénomènes, savoir, les changemens de température qui accompagnent les changemens de volume des gaz; et que les expériences antérieures pourraient nous fournir des notions suffisantes sur la chaleur spécifique, qu'il faut nécessairement connaître pour pouvoir résoudre la première question. Mais différentes considérations nous ont engagé à examiner de nouveau ce sujet; nous signalerons entr'autres les variations dans les résultats obtenus par les divers physiciens, la nature de leurs

méthodes dont aucune ne nous a paru être tout-à-fait irréprochable, et enfin le petit nombre de substances gazeuses soumises à l'expérience.

Les recherches que nous présentons aujourd'hui à la Société, ont donc exclusivement pour but la détermination de la chaleur spécifique des gaz, telle que nous l'entendons dans la distinction que nous venons d'établir plus haut.

Esquisse historique des travaux antérieurs.

Plusieurs physiciens s'étant déjà occupés de ce sujet à différentes époques, il ne sera pas inutile de nous arrêter quelques instans sur leurs travaux, et d'insister sur les motifs qui nous les font regarder comme insuffisans.

Pour tout ce qui tient aux recherches antérieures à celles de MM. de La Roche et Bérard, on ne peut faire mieux que de consulter l'introduction qu'ils ont placée en tête de leur Mémoire. On y trouve l'exposé exact des méthodes employées avant eux et des inconvéniens que présente l'emploi de ces méthodes.

Nous nous bornerons à rappeler que Crawfordt avait déjà déterminé la chaleur spécifique de quelques gaz, par une méthode juste dans son principe, mais inexacte dans le fait, à cause de la petitesse des différences que fournissait l'expérience, et de la grandeur de celles que ce physicien en concluait; que M. Gay-Lussac avait cru, d'après quelques esssais sur trois gaz, qu'à égalité de volume, ils avaient la même chaleur spécifique, mais qu'il était revenu de cette opinion après de nouvelles recherches; que Leslie avait aussi cru trouver que

l'hydrogène et l'air ont la même capacité pour le calorique ; que Dalton enfin avait construit, uniquement d'après des vues théoriques, une table de la chaleur spécifique des gaz, qui contient des résultats totalement différens de ceux qui ont été fournis par l'expérience.

Ce n'est pas le moment de parler des travaux qui se rapportent indirectement à notre sujet ; c'est pour cela que nous ne nous arrêterons point sur le Mémoire de M. Gay-Lussac relatif aux changemens de température qui accompagnent les changemens de volume des gaz (1).

Nous arrivons ici aux recherches de MM. de La Roche et Bérard (2). Quand on examine leur travail, soit dans sa partie générale, soit dans les détails des expériences, on ne peut s'empêcher d'admirer la sagacité avec laquelle ils ont cherché à éviter les nombreuses causes d'erreur que présentait l'emploi de leur méthode. Cependant, peut-être ne sont-ils pas parvenus à les éviter toutes ; c'est ce que nous a fait croire le peu d'accord qui règne entre les résultats qu'ils ont obtenus et ceux auxquels sont arrivés d'autres physiciens.

On peut en effet présenter quelques objections sur la manière dont ils ont fait leurs expériences.

1°. MM. de La Roche et Bérard, en faisant passer un courant de gaz élevé à une forte température, à travers un calorimètre plein d'eau, et en faisant sortir ce courant froid, sous la même pression à laquelle il était soumis à son entrée, obtiennent par là un effet complexe. L'eau du calorimètre se trouve chauffée en effet

---

(1) *Mémoires d'Arcueil*, t. 1, p. 180.

(2) *Annales de Chimie*, t. LXXXV, p. 72.

non seulement par la chaleur qu'abandonne le gaz en se refroidissant, mais aussi par celle qu'il dégage en se contractant. C'est seulement la première de ces deux chaleurs qui provient du calorique spécifique, et que, par conséquent, il faudrait avoir séparée de l'autre. Si l'on ne tient pas compte de cette cause d'erreur, quand il s'agit des solides ou des liquides, on ne peut la négliger quand il est question des gaz dont les dilatations sont très-considérables, et surtout quand les températures extrêmes auxquelles on les soumet sont distantes l'une de l'autre de 80° centigrades environ (1).

2°. Les gaz n'ont pas tous une facilité égale à se mettre en équilibre de température, ou, en d'autres termes, un pouvoir semblable pour la communication de la chaleur. C'est ce que prouvent les recherches

---

(1) On peut se demander si l'on doit prendre la chaleur spécifique des gaz avec une pression constante et un volume variable, ou avec un volume constant et une force élastique variable. Nous croyons que la dernière méthode est préférable pour obtenir un effet simple ; mais nous ne nions point que l'on ne puisse présenter des argumens en faveur de la première ; pourvu que l'on sache exactement quelles sont les circonstances qui accompagnent le changement de température du gaz, les expériences sont également importantes, quelque soit le mode que l'on ait adopté. Nous n'insisterons pas sur les motifs qui, outre ceux que nous avons énoncés, nous ont paru donner un avantage marqué au premier mode ; ce sujet nous entraînerait dans des développemens théoriques trop considérables pour une recherche dans laquelle l'expérience est et doit être la partie principale.

de MM. Dulong et Petit, dont nous parlerons plus bas, et ce que confirment quelques-unes de nos propres expériences. Cette différence doit exercer par elle-même une influence sur la chaleur communiquée au calorimètre. Ainsi l'hydrogène, qui se met beaucoup plus vite que les autres gaz en équilibre de température, donnera immédiatement sa chaleur, soit à la partie du tube de verre qui se trouve comprise entre le calorimètre et le thermomètre, soit aux parois du vase, soit à la portion de l'eau qui se trouve placée près de son entrée, tandis qu'un gaz moins bon conducteur, distribuera son calorique plus uniformément dans toute l'étendue du calorimètre. Il en résultera évidemment, toutes les autres circonstances restant les mêmes, que ce dernier gaz élèvera davantage la température de l'eau.

3°. L'emploi du thermomètre pour connaître la température du gaz à son entrée dans le calorimètre, est tout-à-fait inexact, comme MM. de La Roche et Bérard en sont eux-mêmes convenus ; car cet instrument est tout autant affecté par la chaleur rayonnante qu'émettent ou qu'absorbent les corps environnans, que par la température du gaz même dans lequel il est placé. Pour parer à cette objection, les observateurs ont regardé la température du gaz comme une moyenne entre celle que lui avait donnée son passage au milieu de la vapeur d'eau bouillante et celle qu'indique le thermomètre. Mais rien ne nous prouve que cette moyenne soit la vraie température ; et si elle l'était pour un gaz, il est très-probable qu'elle ne le serait pas pour un autre. Néanmoins, une erreur de quelques degrés dans cette donnée, peut exercer une grande influence sur les re-

sultats, comme il serait facile de le montrer. Pour cela, on peut calculer la capacité de quelques gaz, en prenant une température un peu plus haute ou un peu plus basse que celle qui est adoptée par nos auteurs, et l'on trouvera des nombres assez différens de ceux auxquels ils sont arrivés.

4°. La présence de la vapeur d'eau dans les gaz que l'on soumet aux expériences, est une objection qui a été déjà présentée et développée par un chimiste anglais, M. Haycraft. Sans y attacher toute l'importance qu'il y met, nous croyons cependant qu'elle peut donner lieu à quelques erreurs, puisque le gaz n'est plus identique, et que, si sa capacité pour le calorique n'en est pas sensiblement affectée, du moins sa conductibilité l'est beaucoup. D'ailleurs, pour que cette cause d'erreur n'en fût pas une, il faudrait qu'elle fût la même pour tous les gaz ; or nous savons que, quoique placés dans les mêmes circonstances, il est difficile qu'ils se chargent tous d'une égale quantité de vapeurs aqueuses.

5°. Nous ferons une dernière remarque sur la non similitude des circonstances qui accompagnaient chaque expérience, et sur l'inconvénient de ramener les gaz aux mêmes conditions par le calcul et à l'aide de proportions qui ne sont peut-être pas toujours applicables. Nous citerons comme exemple la non parfaite uniformité du courant pour les gaz de différente densité ; la différence dans la pression atmosphérique pour chaque gaz ; l'influence du réchauffement du tube de verre conducteur, sur la température du calorimètre, etc.

Le Mémoire de MM. Clément et Désorme traite la

question qui nous occupe d'une manière trop complèxe, pour que nous nous y arrêtions ; d'ailleurs la justesse des principes sur lesquels leur travail est fondé, est trop loin d'être prouvée, et les résultats auxquels ils arrivent trop contestables, pour que nous puissions les discuter actuellement.

En 1824, M. Haycraft est arrivé, par une méthode assez semblable à celle de MM. de La Roche et Bérard, à trouver pour un petit nombre de gaz une chaleur spécifique égale (1). Il a surtout cherché à opérer sur des gaz secs, à produire des courans uniformes, à remédier ainsi à quelques-unes des causes d'erreur de MM. de La Roche et Bérard : ces essais ont été faits sur six gaz différens. Le Mémoire est terminé, dans les *Annales de Chimie*, par une discussion intéressante due à l'un des rédacteurs de ce Journal, sur le mérite comparatif de ce travail et de celui de MM. de La Roche et Bérard.

Enfin, nous ne terminerons pas ce résumé historique, sans faire mention des recherches de MM. Dulong et Petit, sur la vitesse du refroidissement des corps dans les différens gaz (2). Quoique ce sujet ne semble se rattacher que de loin à la question de la chaleur spécifique, nous verrons néanmoins qu'il existe entre ces deux classes de phénomènes, des rapports assez intimes pour qu'il soit difficile et même impossible de s'occuper de la seconde, sans entrer dans quelques détails relatifs à la première.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVI, p. 298.

(2) *Idem*, t. VII, p. 337.

Exposition du procédé suivi dans nos recherches.

Après quelques essais, et après avoir réfléchi sur l'emploi des moyens les plus propres à parer aux objections que nous avons présentées, nous nous sommes arrêtés au procédé suivant, qui est fondé sur la méthode du réchauffement.

Un petit ballon de verre très-mince, de 4 centim. de diamètre, est rempli successivement des gaz que nous voulons soumettre à l'expérience. Amené à une température uniforme, il est exposé pendant un temps toujours le même, quel que soit le gaz qu'il renferme, à une source constante de chaleur ; la température qui en résulte pour chaque gaz, pendant ce même temps, est la mesure de la chaleur spécifique de ce gaz. Pour déterminer d'une manière exacte cette température, nous ne nous servons point du thermomètre, mais c'est le gaz lui-même qui l'indique. Nous avions à choisir ici pour indice thermométrique entre le changement de volume et la variation de force élastique, deux phénomènes qui, dans les gaz, accompagnent d'une manière uniforme le changement de température. Nous avons préféré la variation de la force élastique, pour ne pas tomber dans l'objection que nous avons signalée relativement à la chaleur qui est dégagée dans un changement de volume, et parce que ce moyen de déterminer la température nous a paru plus susceptible d'exactitude dans la pratique.

Ainsi donc, le principe qui sert de base à notre procédé consiste à exposer des volumes égaux de différens gaz à une source de chaleur égale pendant un même

temps, et à juger par l'augmentation de la force élastique de chaque gaz, la température qu'il possède au bout de ce temps fixe. Nous avons soin de choisir ce temps fixe assez court pour qu'aucun des gaz ne puisse se mettre en équilibre de température avec la source de chaleur.

L'appareil que nons avons employé n'est au fond autre chose qu'un manomètre. Un tube recourbé en forme de siphon (*fig.* 1), porte à l'extrémité de sa petite branche le ballon *A* que l'on remplit du gaz ; deux robinets en fer, *B* et *C*, permettent de séparer le ballon du tube, sans que, par cette séparation, ni l'un, ni l'autre ne communiquent avec l'air extérieur ; l'intervalle entre les deux robinets est si petit quand le ballon est ajusté au tube, que l'on peut négliger tout-à-fait la quantité d'air qui se trouve comprise entr'eux. D'ailleurs, on verra plus loin que cet air ne rentre jamais dans le ballon, mais qu'il est poussé dans le tube, et que, par conséquent, il ne peut point altérer la pureté du gaz. La branche verticale *DE* du tube de verre est terminée par un réservoir *F* rempli de mercure bien désséché, dans lequel plonge l'extrémité du tube, et elle porte une échelle divisée en millimètres avec un vernier qui donne exactement les dixièmes.

On doit commencer, avant de mettre l'appareil en expérience, par remplir le tube et le ballon du gaz sur lequel on veut opérer. On y parvient facilement en faisant passer au travers du tube un courant de ce gaz qui chasse l'air et se met à sa place. Il faut avoir soin que le gaz qui reste après que l'air a été chassé soit soumis à une pression moindre que celle de l'atmo-

sphère, afin que le mercure puisse monter dans le tube de 8 à 10 centimètres au moins. Pour remplir le petit ballon, on commence par en chasser l'air au moyen d'une bonne pompe. Après y avoir introduit le gaz, on y refait le vide; puis on y introduit de nouveau le gaz, en sorte que celui-ci se trouve très-pur et sans aucun mélange d'air atmosphérique. On a soin, au moyen de la cloche graduée de la cuve au mercure dans laquelle le gaz est renfermé, de donner à celui-ci une pression moindre que celle de l'atmosphère, et qui puisse par conséquent être constante quelle que soit cette dernière.

Cette opération préliminaire étant achevée, on visse le ballon au tube, on ouvre les deux robinets, et le gaz étant à une pression moindre que celle de l'atmosphère, une petite colonne de mercure (toujours moins haute que celle qui s'y trouvait déjà), reste élevée dans le tube; la différence entre la hauteur du baromètre et celle de cette colonne, indique la pression ou la force élastique du gaz que nous avons pu rendre toujours constante et de 65 centimètres environ.

Actuellement une légère variation dans la température du gaz fera abaisser ou élever la colonne de mercure, et connaissant la loi qui lie la variation de la force élastique avec la température, rien ne sera plus facile que de déterminer celle-ci d'après la hauteur du mercure (1). Comme notre division nous permettait

(1) Nous avons en effet les deux formules suivantes qui nous représentent, l'une, la grandeur l de chaque degré centig. à une pression donnée, l'autre, le nombre n de degrés

de distinguer facilement les dixièmes de millimètre, et que dans les pressions où nous avons le plus ordinairement agi, chaque degré correspondait à une variation dans la force élastique de $2^{mm}\,5$ environ, notre procédé pouvait ainsi nous faire apprécier jusqu'à $\frac{1}{25}$ de degré.

Il nous semble que la méthode que nous venons d'exposer n'est pas sujette aux objections que nous avons présentées contre celle de MM. De la Roche et Bérard.

1°. Le gaz n'augmente ni ne diminue de volume par la variation de la température; sa force élastique seule varie;

2°. La température du gaz nous est indiquée par l'effet de la chaleur sur lui-même et non par un thermomètre;

3°. Comme nous avions un grand soin de dessécher

---

centig. correspondant à une une différence donnée de hauteur dans le mercure.

$$l = \frac{(p-a)\,(0{,}00375)}{1+0{,}00375\times t}\,;$$

p = pression barométrique.
t = température à laquelle on observe.

$$n = \frac{(a-a')\,(1+0{,}00375\times t)}{(p-a)\,(0{,}00375)}.$$

a = hauteur de la colonne dans le tube à la température t.
a' = hauteur à la température inconnue.

On s'est servi, pour établir ces formules, de la loi de M. Gay-Lussac, qui consiste en ce que la force élastique des gaz augmente à partir de 0, de 0,00375 pour chaque degré centigrade. Dans tout le cours de cette recherche, nous avons fait usage des degrés centigrades.

les gaz, et que nous les avons toujours recueillis sur le mercure, nous sommes à l'abri de la cause d'erreur qui peut provenir de la présence de la vapeur d'eau.

4°. Tous les gaz se trouvent placés exactement dans les mêmes circonstances, et il n'est pas nécessaire d'établir aucune proportion ou de recourir à aucun calcul pour les ramener à des conditions semblables. En particulier, quelle que soit la pression atmosphérique, le gaz peut être soumis toujours à la même pression par l'emploi du manomètre.

Il reste un point important à considérer avant de passer aux résultats, c'est la manière dont nous appliquons la chaleur pour réchauffer les gaz dans le ballon. A cet égard, nous présenterons les deux moyens que nous avons successivement employés.

§ Ier. *Première Méthode de réchauffement.*

Le premier moyen consiste à placer le ballon plein du gaz dans un petit vase de bois (1) rempli d'une eau dont la température est parfaitement fixée à 10°. Nous attendons que le gaz ait pris la température de cette eau, ce dont nous sommes avertis par le mercure qui reste stationnaire. Alors, à un signal donné, le vase

(1) Nous avons employé un vase de bois dont les parois très-épaisses, et par conséquent très-peu conductrices, permettaient à l'eau qu'il contenait, de conserver long-temps sa température malgré le contact extérieur d'une eau beaucoup plus chaude.

en bois qui est lesté d'une masse assez pesante, tombe au fond d'un autre vase d'une capacité beaucoup plus considérable, dans lequel il est placé; celui-ci est rempli d'une eau entretenue un peu au-dessus de 30°, de manière qu'elle se trouve exactement à 30° par son mélange avec l'eau du petit vase. Par ce moyen, le ballon passe subitement, sans cesser d'être immobile, d'une eau à 10° dans une eau à 30°. On le laisse dans cette dernière un temps fixe, mais assez court pour qu'il n'ait pas pris toute sa température; ce temps doit être de 4″. Exposé pendant 4″ à une température différente de 20° de celle qu'il possédait, chaque gaz prend une certaine température qui est indiquée par la descente du mercure dans le tube, et laissé plus long-temps (6″ à 8″), il se met en équilibre de température avec l'eau dans laquelle il est plongé. Pour éviter une cause d'erreur qui aurait pu provenir de ce que dans chaque expérience, la température de l'eau dans laquelle le ballon se trouve subitement transporté, n'aurait pas été exactement la même, nous avons toujours pris la température de cette eau en y laissant le gaz assez long-temps pour qu'il la prît lui-même. De cette manière, ce n'est pas le nombre de millimètres dont le mercure est descendu dans 4″ que nous comparons pour chaque gaz, mais les rapports entre le nombre de millimètres dont il est descendu dans 4″, et celui dont il est descendu lorsqu'il se trouve en équilibre de température avec l'eau. Au reste, l'habitude avait fini par nous former assez pour que l'une et l'autre méthodes donnassent les mêmes résultats. Nous avions pris les précautions nécessaires pour qu'au premier signal de celui qui

observait le manomètre, le petit vase tombât brusquement, et qu'au second signal, c'est-à-dire au bout des 4″, l'on fermât le robinet qui établit la communication entre le gaz du ballon et le mercure du tube. De cette manière, le mercure restait exactement à la hauteur où la témpérature acquise par le gaz pendant les 4″ devait l'avoir placé, et l'on avait tout le temps d'observer exactement cette hauteur.

Les expériences faites par cette méthode, nous ont donné des nombres assez différens, suivant la nature des gaz, pour l'expression de la température acquise par chacun d'eux dans 4″. Ainsi, appelant 1 la température de l'eau, c'est-à-dire celle que le gaz aurait acquise s'il avait eu le temps de se mettre en équilibre avec elle, nous avons trouvé que dans 4″, chacun d'eux acquérait une température différente exprimée en parties aliquotes de celle de l'eau.

Pour l'hydrogène.............. 0,85;
Pour l'air atmosphérique......... 0,83;
Pour l'oxigène.................. 0,80;
Pour l'acide carbonique.......... 0,77;
Pour le gaz oléfiant............. 0,75;
Pour le protoxide d'azote......... 0,73.

Quelques considérations nous firent douter que ces nombres ou plutôt leurs inverses, pussent bien exprimer la chaleur spécifique des gaz. Nous craignîmes que le changement subit et assez considérable de température auquel le gaz est exposé, ne fût une cause

d'erreur qui pût influencer nos résultats, et faire que les variations observées fussent dues, moins à la différence de la chaleur spécifique, qu'à la différence de conductibilité. Ce qui nous confirma dans cette opinion, fut l'analogie que nous trouvâmes entre les résultats mentionnés plus haut et ceux auxquels MM. Dulong et Petit étaient arrivés en faisant refroidir un corps chaud dans différens gaz. Ces physiciens avaient obtenu pour l'expression relative de la vitesse du refroidissement, des nombres qui se rapprochent de ceux que nous venons d'indiquer. Or, la cause qui fait qu'un corps se refroidit plus ou moins vite dans différens gaz, doit être la même que celle qui fait que ces différens gaz se réchauffent plus ou moins vite par un changement brusque de température.

Pour bien nous assurer de la réalité de cette cause d'erreur, nous fîmes les mêmes expériences en employant successivement une température différente, (20° au lieu de 30°) et un volume de gaz plus considérable, circonstances qui influent sur la conductibilité relative, mais qui ne doivent pas exercer d'effet sensible sur la chaleur spécifique. Nous trouvâmes effectivement, pour les mêmes gaz, des nombres qui n'avaient plus le même rapport entre eux.

Il y a donc dans les gaz une différence, relativement à la rapidité avec laquelle le calorique se distribue dans chacun d'eux. Cette plus ou moins grande facilité de communiquer la chaleur, dépend-elle de la mobilité plus ou moins grande des molécules ou de leur nature même, c'est ce que nous ne pouvons décider; mais il n'en résulte pas moins que cette diversité est un élé-

ment d'erreur dont nous devons nous garantir dans la recherche de la chaleur spécifique (1).

§ IIe. *Seconde Méthode de réchauffement.*

Les expériences de MM. Dulong et Petit sur la chaleur spécifique des solides et les précautions qu'ils avaient prises pour éviter l'erreur due à la conductibilité de ces corps, nous ont fait présumer qu'un moyen analogue pourrait nous mettre à l'abri de la même cause d'erreur. Nous avons par conséquent cherché à l'appliquer au mode de réchauffement des gaz.

Dans ce but, nous plaçons le ballon qui contient le

---

(1) Il est difficile de savoir quel nom on doit donner à cette propriété des gaz ; le mot *conductibilité* est-il assez général pour exprimer la propriété de communiquer la chaleur autrement que de molécule à molécule, comme cela a lieu dans les corps solides? Quoi qu'il en soit, il nous paraît bien constaté que la propriété dont il s'agit existe dans les gaz à des degrés divers d'intensité ; il serait intéressant de déterminer exactement son énergie relative dans chaque gaz. Nous verrons plus loin que les expériences que nous venons de décrire pourraient très-bien remplir ce but ; mais il ne serait pas facile de déduire des données de l'expérience les nombres simples qui devraient exprimer les rapports cherchés. Cette différence qui nous occupe ne serait-elle point due, dans les gaz, à une cause semblable à la viscosité dans les liquides, qui, en diminuant leur mobilité, les empêcherait de se réchauffer ou de se refroidir aussi vite? L'hydrogène serait, dans ce cas, le gaz dont les molécules seraient les plus libres ; tandis que celles du gaz oléfiant, de l'acide carbonique, etc., auraient moins de facilité à se mouvoir.

gaz, au centre d'un ballon de cuivre *GHK* (*fig.* 1), très-mince, noirci en dedans, et de 18 centimètres de diamètre. Un robinet placé à l'extrémité de l'un des diamètres de cette sphère, communique avec le col du ballon de verre; un autre placé à l'extrémité opposée du même diamètre, communique avec l'intérieur du grand ballon de cuivre. C'est le premier de ces deux robinets que l'on visse au tube du manomètre, et c'est ainsi que le gaz communique avec l'intérieur de ce tube. On raréfie l'air dans l'intérieur du ballon de cuivre jusqu'à ce que la pression ne soit plus que de 3 millimètres de mercure; l'on a toujours soin de produire le même degré de raréfaction pour chaque expérience, et de s'assurer qu'il n'y a point eu de variation à cet égard, pendant la durée d'une même expérience. Maintenant, lorsqu'on plonge le ballon dans de l'eau à une température quelconque, le gaz ne se réchauffe ou ne se refroidit, que par la chaleur qu'émettent ou qu'absorbent les parois noircies de la boule de cuivre. Aussi ce réchauffement ou ce refroidissement est fort lent, et ce n'est même qu'au bout de 10 ou 15 minutes que le mercure, en restant stationnaire, nous prouve que le gaz s'est mis en équilibre de température avec l'enceinte qui l'environne.

Nous avons donc pu prendre un temps plus long que 4" pour celui durant lequel les gaz étaient soumis au réchauffement partiel. Ainsi nous avons pu observer la température acquise au bout de 2, de 4, de 5 minutes. Mais c'est à ce dernier temps que nous avons donné la préférence.

L'appareil étant disposé convenablement pour faire

une expérience, nous commençons par placer la sphère de cuivre dans de l'eau dont la température est entretenue parfaitement fixe à 20°. Nous attendons que le mercure reste stationnaire pour noter avec soin le point où il s'est arrêté, et nous refroidissons un peu le gaz au moyen d'un bain d'eau froide, jusqu'à ce que le mercure soit monté de quelques millimètres au-dessus du point fixé. Alors nous plaçons promptement le ballon de cuivre dans de l'eau à 30°, et au moment où le mercure en descendant atteint le point fixé qui indique que le gaz est arrivé à la température de 20°, celui de nous qui observe l'instrument, donne un signal pour que l'autre puisse, dans le même instant, observer la minute et la seconde sur un bon chronomètre.

Au bout de 5 minutes, à partir de l'instant où le gaz est arrivé à la température de 20°, on ferme le robinet de communication, et le mercure s'arrête à une hauteur qui indique quelle est la température qu'a prise le gaz. On ouvre ensuite de nouveau le robinet, et l'on voit le mercure continuer à descendre à mesure que le gaz s'échauffe, jusqu'au moment où celui-ci a acquis la même température que l'enceinte.

Nous avons toujours opéré avec de très-grandes masses d'eau afin que leur température restât aussi constante que possible. Nous avons réussi facilement pour l'eau à 20°; quant à celle de 30°, l'expérience nous avait appris qu'il fallait commencer par la mettre un peu au-dessus (à 30°,2), pour qu'elle se trouvât exactement après les 5 minutes autant au-dessous (à 29°,8); de cette manière la température moyenne était pour chaque gaz de 30° pendant les 5 minutes. Quand nous voulions

connaître la baisse totale du mercure correspondant à la température de 30° pour le gaz, nous entretenions l'eau constamment à cette température, Ajoutons que l'eau était continuellement tenue en mouvement, afin que toutes ses couches eussent une température aussi uniforme que possible, et que le thermomètre était placé de manière à nous indiquer la température moyenne des couches horizontales en contact avec le ballon de cuivre.

Par le procédé que nous venons d'exposer, nous évitons toute erreur provenant de la conductibilité du gaz ou de sa facilité plus ou moins grande à communiquer dans son intérieur la chaleur qui lui arrive à la surface extérieure ; car la différence de température est très-petite, (de 10° seulement) ; le réchauffement ne s'opère que lentement (dans 5 minutes) et le volume du gaz n'est pas très-considérable (33 centimètres cubes environ).

EXPOSÉ DES RÉSULTATS.

§ Ier. *Chaleur spécifique des gaz sous une même pression de 65 centimètres.*

Avant d'exposer les résultats, nous dirons un mot sur la manière dont nous envisageons l'action de la chaleur sous le rapport du réchauffement. Le petit ballon de verre mince (nous nous sommes servis toujours du même) est rempli successivement de tous les gaz. Placés au centre d'une enceinte également échauffée, et amenés à une température toujours la même, le ballon et le gaz reçoivent pendant le même temps, à partir de cette température, des quantités égales de

chaleur. Le ballon prend de cette chaleur une quantité invariable ; il en communique par conséquent au gaz une quantité qui est toujours la même ; c'est cette quantité qui doit donner au gaz une température plus ou moins grande suivant la capacité pour le calorique qu'il possède (1).

Les gaz sur lesquels nos expériences ont été faites, sont au nombre de quatorze : l'*air atmosphérique*, l'*oxigène*, l'*azote*, l'*hydrogène*, l'*acide carbonique*, le *gaz oléfiant*, l'*oxide de carbone*, l'*oxide d'azote*, le *gaz nitreux*, l'*hydrogène sulfureux*, l'*ammoniaque*, l'*acide sulfureux*, l'*acide hydro-chlorique* et le *cyanogène* (2). Ils ont tous été préparés par les procédés les plus généralement admis pour les avoir parfaitement purs, et recueillis sur le mercure après avoir traversé, pour être bien desséchés, un tube garni de muriate de chaux fondu (3).

L'expérience faite comme nous l'avons indiquée et

---

(1) Voyez, pour quelques éclaircissemens sur ce point, la note A à la fin du Mémoire.

(2) Nous n'avons pas fait d'expérience sur le chlore ; l'action qu'il aurait exercée sur les robinets et sur le mercure, nous aurait empêché de bien observer la marche de son réchauffement ; mais il nous paraît probable qu'il doit être soumis à la même loi que les quatorze autres gaz, et en particulier que l'hydrogène et l'acide hydro-chlorique.

(3) Presque tous les gaz ont été préparés et purifiés par les procédés qu'indique M. Dulong, dans son Mémoire sur le pouvoir réfringent des gaz. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXI, p. 154.)

répétée un grand nombre de fois sur chaque gaz en particulier, nous a conduits à ce résultat inattendu : c'est que, dans les 5 minutes, ils ont tous été amenés à la même température; ce qui prouverait qu'ils ont la même chaleur spécifique. En effet, le mercure est descendu pour tous, de $14^{mm},3$ ou $14^{mm},4$. Tous les résultats se trouvent compris entre ces deux nombres qui sont la limite d'exactitude que nous avons pu atteindre; car le même gaz nous a donné tantôt l'un, tantôt l'autre. Or, comme la pression à laquelle les gaz ont été continuellement soumis, a été de 65 centimètres à la température de 20°, il en résulte, d'après le calcul, que le mercure aurait dû descendre de $22^{mm},7$ pour que le gaz fût à la température de 30°, c'est-à-dire à la température de l'eau ambiante; c'est ce que l'expérience nous a toujours aussi confirmé. D'après cela, calculant le nombre des degrés de température acquis par les gaz dans 5′, on trouve que $14^{mm},3$ correspondent à 6°,30, et $14^{mm},4$ à 6°,34. Ainsi des volumes égaux de gaz, soumis à la même pression de 65 centimètres, amenés à la même température de 20°, et exposés de la même manière à la température de 30°, acquièrent dans 5′ une température moyenne de 6°,32. La plus grande différence ayant été de $\frac{4}{100}$ ou de $\frac{1}{25}$ de degré, on peut donc dire qu'ils acquièrent la même température.

Un seul gaz s'est toujours réchauffé davantage que les autres, et nous sommes arrivés constamment au même résultat, quoique l'ayant essayé à plusieurs reprises différentes : ce gaz est l'*hydrogène*.

L'abaissement du mercure a été de 15^{mm} au lieu de $14^{mm},4$, ce qui correspond à une température de 6°,60.

Ainsi l'hydrogène s'échauffe de 3 dixième de degré de plus que les autres dans les mêmes circonstances. Nous croyons que cela ne vient point d'une différence dans sa chaleur spécifique, mais de ce qu'étant éminemment plus conducteur que les autres, il s'échauffe plus vite, malgré toutes les précautions que nous avions prises pour éviter l'influence de la conductibilité. Nous ajouterons plus loin quelques motifs à l'appui de cette conjecture.

Nous ne nous sommes pas bornés à observer la température acquise par chaque gaz au bout des 5 minutes; mais nous l'avons toujours observée aussi au bout de 2 et de 4 minutes. Nous avons ainsi trouvé qu'au-bout de 2′, tous les gaz, également, avaient en s'échauffant, fait descendre le mercure de 8^{mm}; au bout de 4′ de $12^{mm},5$; ce qui correspond, les 8^{mm}, à une température de $3°,5$ acquise dans 2′, et les $12^{mm},5$, à une température de $5°,5$ acquise dans les 4′. Mais comme on n'arrêtait le mercure dans sa marche, en fermant le robinet, qu'au bout des 5′, l'observation des 4′ et des 2′ était plus difficile à faire : néanmoins nous n'avons jamais eu d'écart qui fût plus grand que 2 ou 3 dixièmes de millimètres, c'est-à-dire de 8 ou 12 centièmes de degré.

Il paraît donc résulter des expériences qui précèdent, *que sous la même pression et sous le même volume, quelle que soit la température, tous les gaz ont la même chaleur spécifique.* Il faut se rappeler que les volumes restent constans, quelle que soit la température, et que la force élastique seule varie.

§ IIe. *Chaleur spécifique des gaz sous différentes pressions.*

Toutes les expériences du § précédent ont été faites sur des gaz soumis à une pression constante de 65 centimètres. Nous avons été curieux d'examiner quelle serait l'influence du degré de raréfaction de ces mêmes gaz sur leur capacité pour le calorique.

Pour obtenir des pressions plus faibles, nous nous sommes servis d'un appareil parfaitement semblable au précédent, si ce n'est que le tube dans lequel la colonne de mercure s'élève, a de 60 à 70 centimèt. de longueur au lieu de n'en avoir que 15. Ainsi en raréfiant suffisamment le gaz dans le petit ballon de verre, le mercure monte dans le tube à une certaine hauteur, qui, retranchée de la pression atmosphérique, exprime la force élastique de ce gaz.

En opérant sur les gaz dilatés, exactement comme nous avons opéré sur les autres, nous avons trouvé que leur chaleur spécifique paraît diminuer avec la pression, selon un décroissement très-lent, mais qui n'en est pas moins très-régulier.

Ainsi à la pression de

65 centim., le volume d'air s'échauffe de 6°,30 dans 5 min.
59 centim. . . . . de 6 ,55 *idem*.
48,7 centim. . . . . de 6 ,90 *id*.
37 centim. . . . . de 7 ,01 *id*.
25,8 centim. . . . . de 7 ,30 *id*.

On voit par là que la température donnée au même volume d'air, par la même quantité de chaleur, va toujours en augmentant à mesure que ce volume devien

plus rare. Les différences de température sont petites, il est vrai, mais elles n'en suivent pas moins une loi régulière d'accroissement. Il y a 1° de différence sur 10°, entre le réchauffement de l'air à la pression de 65 centimètres et celui du même volume à la pression de 25 centimètres.

L'hydrogène, le gaz oléfiant et l'acide carbonique ont donné des résultats tout-à-fait analogues. La température des volumes égaux allait toujours en augmentant à mesure que le gaz devenait plus rare.

Nous croyons inutile de rapporter ici le tableau des résultats que nous avons obtenus avec ces gaz; les expériences ont été faites, les unes aux mêmes pressions que pour l'air, les autres à des pressions un peu différentes de celles rapportées ci-dessus; toutes nous ont démontré la vérité du fait général de la diminution de la chaleur spécifique à mesure que le gaz est plus raréfié.

Les températures ont été calculées de la même manière que précédemment, soit par la formule, soit mieux encore en comparant l'abaissement du mercure dans les 5′ avec son abaissement quand le gaz a pris la température totale de 30°.

Un fait curieux que nous ne devons pas passer sous silence, c'est que l'hydrogène raréfié s'est trouvé tout-à-fait semblable pour sa chaleur spécifique aux autres gaz soumis à une même pression. C'est une preuve que la différence observée à la pression de 65 centimètres, était bien due à la plus grande conductibilité de ce gaz, puisqu'il n'y a plus de différence à une pression moindre, dont l'effet, comme l'ont observé MM. Dulong et Petit, est de diminuer beaucoup le pouvoir conducteur.

Un 3[e] appareil (*fig.* 2), dans lequel le tube qui contient le mercure avait la forme d'un siphon renversé, nous a permis d'opérer sur des gaz soumis à une pression plus grande que celle de l'atmosphère; quelques essais faits jusqu'à une pression de 80 à 90 centimètres, nous ont confirmé dans l'opinion que la capacité augmente toujours avec la pression, mais en suivant un décroissement très-lent et moindre que la racine carrée de ces pressions.

Les résultats généraux que nous venons d'exposer, s'accordent assez bien avec une expérience que MM. de La Roche et Bérard avaient faite sur un volume d'air soumis à une pression d'un mètre, et d'après laquelle ils avaient reconnu une augmentation de capacité dans cet air en vertu de la plus gande pression.

Nous n'avons point essayé de déterminer la loi, si tant est qu'il en existe une, qui lie les variations de chaleur spécifique avec les différences de pression; nous nous contenterons d'observer que la petitesse de la diminution de capacité qui accompagne la raréfaction, peut s'expliquer facilement; car, si, d'un côté, le nombre des molécules matérielles à échauffer diminue par la raréfaction, d'un autre côté, les interstices qui règnent entr'elles, et que l'on suppose être pleins de calorique, augmentent dans la même proportion. Enfin nous remarquerons que les variations de température qui ont lieu dans les changemens de volume des gaz, deviennent très-faciles à expliquer, tandis que si la chaleur spécifique diminuait ou augmentait dans le même rapport que la pression, il faudrait recourir à une autre cause pour en rendre compte. Nous présentons comme dé-

coulant immédiatement des expériences qui précèdent, et comme pouvant servir d'élémens à la discussion actuellement pendante sur ce sujet, les résultats suivans.

RÉSUMÉ.

1°. *Que sous la méme pression et à volumes égaux et constans, tous les gaz ont la même chaleur spécifique.*

2°. *Que toutes les autres circonstances restant les mémes, la chaleur spécifique diminue en méme temps que la pression et également pour tous les gaz, suivant une progression très-peu convergente et dans un rapport beaucoup moindre que celui des pressions.*

3°. *Qu'il existe pour chaque gaz un pouvoir conducteur différent, c'est-à-dire que tous les gaz n'ont pas tous le méme pouvoir pour communiquer la chaleur.*

Nous croyons que c'est au défaut de tenir compte de cette dernière propriété, que l'on doit attribuer les grandes différences qui règnent entre les résultats que les physiciens ont obtenus sur le sujet qui nous occupe. En effet, une simple variation dans le volume des gaz pouvait, dans beaucoup de cas, changer totalement les résultats; ainsi MM. Clément et Desormes, qui cherchaient à déterminer la chaleur spécifique des gaz par le refroidissement subit de grandes masses, ont-ils trouvé une différence très-considérable pour l'expression de la capacité du calorique dans chaque gaz. De même, M. Gay-Lussac, en employant des volumes considérables, n'a plus trouvé l'égalité de la chaleur spécifique qu'il avait obtenue avec des volumes plus petits :

ce qui prouve que cette remarque est fondée, c'est que les résultats ont toujours varié dans le sens suivant lequel une différence de conductibilité devait les faire nécessairement varier.

Nous croyons que c'est à la même cause que l'on doit attribuer les différences que présentent les gaz, quant à la chaleur dégagée par leur compression et au froid produit par la dilatation. Ainsi, l'hydrogène, qui se met plus vite en équilibre de température que l'air atmosphérique, dégagera moins de chaleur en se comprimant, et donnera lieu à moins de froid en se dilatant; tandis que l'acide carbonique, dans lequel la chaleur se propage moins vite, indiquera, dans les mêmes circonstances, plus de chaleur et plus de froid.

Enfin, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer, que l'égalité de la chaleur spécifique des gaz, s'accorde assez bien avec les notions que nous avons sur la distribution de cette même chaleur dans les autres corps. Nous voyons, en effet, la chaleur spécifique et la dilatation, suivre une marche assez semblable dans les solides et dans les liquides. Les premiers qui présentent entr'eux moins de différence que les seconds, en présentent aussi moins dans leur chaleur spécifique, et lorsque la température, en s'élevant, accroît la dilatation selon une loi plus rapide, la chaleur spécifique augmente aussi dans une progression croissante.

Sous le rapport théorique, il n'était donc pas improbable que les gaz qui ont tous une dilatation égale et dans lesquels cette dilatation reste uniforme à toutes les températures, eussent une même capacité pour le calorique, et que la loi qui régit cet élément de chaleur

fût chez eux la même, comme la loi de dilatation, en conséquence de leur état de fluide aériforme.

Note A. Si, en soumettant à l'expérience un petit volume de gaz, on a l'avantage de se mettre à l'abri de toute erreur qui serait due à la conductibilité, on peut, d'un autre côté, objecter que les différences de température qui proviendraient de différences dans la chaleur spécifique, seraient trop petites pour être sensibles.

A cela nous répondrons :

1°. Que le volume n'était pas cependant assez petit pour que $\frac{1}{15}$ de degré de différence dans le réchauffement ne fût pas perceptible;

2°. Que puisque le volume est assez grand pour indiquer une différence de chaleur spécifique dans le gaz à différentes pressions, il est par conséquent suffisant pour en indiquer une, si elle existe, entre les gaz différens soumis à la même pression. Ajoutons que la plus haute température acquise par les gaz raréfiés, dans le même temps, ne peut être due qu'à une diminution de la chaleur spécifique, et non à la conductibilité, qui, en diminuant avec la force élastique, aurait dû produire un effet inverse.

3°. Nous nous sommes assurés directement que la chaleur prise par le ballon de verre n'est pas, par rapport à celle que prend le gaz, si considérable, que la dernière soit inappréciable par rapport à la première. En effet, dans le même temps et dans les mêmes circonstances, nous avons vu que la boule vide se réchauffait ou se refroidissait beaucoup plus vite que lorsqu'elle était pleine d'un gaz quelconque. D'ailleurs le verre était si mince (d'un demi-millimètre environ), que son effet devait être fort peu sensible.

4°. Les mêmes gaz ont présenté, dans diverses expé-

riences, des différences tout aussi grandes dans la température acquise au bout des cinq minutes, que des gaz différens, et ces différences n'ont jamais été pour chaque gaz dans le même sens, mais toujours tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

5°. Nous sommes parvenus aux mêmes résultats, en prenant pour différence de température, 35° au lieu de 10°. Or, si une différence dans la chaleur acquise avait été trop petite pour être perceptible sur 10°, elle aurait été suffisante pour devenir sensible sur 35°; et nous n'avons jamais trouvé la moindre différence en essayant successivement plusieurs gaz par cette méthode.

De *l'Écoulement des fluides aériformes dans l'air atmosphérique, et de l'Action combinée du choc de l'air et de la pression atmosphérique.*

Par M. Hachette.

L'écoulement des fluides aériformes dans l'air atmosphérique a présenté récemment plusieurs phénomènes dignes de l'attention des physiciens. Je rappellerai d'abord une observation très-curieuse de MM. Gay-Lussac et Welter, communiquée à l'Institut le 29 avril 1822, et publiée dans les *Annales de Chimie et de Physique*, tome XIX, page 436 : ils ont constaté ce fait très-remarquable, « que l'air qui s'échappe d'un vase en soufflant « par une ouverture sous une pression quelconque, ne « change pas de température, quoiqu'il se dilate en « sortant du vase »; ils en ont déduit l'explication de

deux autres faits bien connus, observés à Schemnitz en Hongrie, et à Chaillot, près Paris. Le souffle de la machine à colonne de Schemnitz produit un froid qui congèle l'eau même en été, tandis que le souffle du réservoir d'air de la pompe à feu de Chaillot, qu'on obtient sous une pression constante de deux atmosphères et demie, fait varier à peine le thermomètre le plus sensible, dans la même saison.

Cette explication, encore peu connue, serait peut-être contestée si elle n'était pas confirmée par l'expérience de la congélation artificielle de l'eau, dont je vais présenter l'analyse, et qu'on obtient par un courant d'air condensé. Soit $ABC'D'$, fig. 1, un vase cylindrique, dans lequel se meut un piston CD, et qui porte un robinet E, qu'on peut ouvrir ou fermer à volonté. Je suppose que la partie $ABCD$ de ce vase contienne de l'air atmosphérique, plus ou moins comprimé que l'air atmosphérique extérieur. Le robinet E étant fermé et l'air intérieur $ABCD$ ne communiquant plus avec l'air extérieur, on suppose que le piston CD s'abaisse en $C'D'$. L'air intérieur sera dilaté, et cette dilatation produira un abaissement de température d'autant plus sensible que la dilatation sera plus grande. Supposons maintenant que le piston soit fixe en CD; que $ABCD$ soit un vase rempli, en totalité ou en partie, d'un air atmosphérique condensé, et entretenu par un moyen quelconque au même degré de compression; dans cette hypothèse, l'air, au moment où l'on ouvrira le robinet E, soufflera en E avec une force constante, et le thermomètre, dont la boule sera placée en E, n'indiquera aucun changement sensible de température.

Dans la première hypothèse, le volume tout entier de l'air contenu dans le vase se dilate dans l'intérieur de ce vase, et il y a refroidissement ; dans la seconde hypothèse, la seule partie de l'air qui sort du vase se dilate hors du vase, et la température de cet air sortant ne change pas sensiblement ; tels sont les faits observés par MM. Gay-Lussac et Welter. Examinons ce qui se passe dans l'expérience qu'on répète dans tous les cours de Physique, pour faire voir la congélation artificielle de l'eau. On remplit le récipient d'une machine dite de *compression*, d'un air comprimé à plusieurs atmosphères. Ce récipient porte à sa sommité un tube capillaire, par lequel l'air du récipient peut s'échapper. On présente à ce courant d'air une boule en verre semblable à celle d'un tube thermométrique ; et bientôt de petits cristaux, à peine visibles à la vue simple, se forment à la surface extérieure de la boule. Quoique le temps de la formation des cristaux soit très-court, il faut, par la pensée, le partager en plusieurs périodes. Dans la première période, l'air comprimé se dilate dans toute la capacité du récipient et se refroidit ; dans les périodes suivantes, l'air, de plus en plus dilaté, passe à une température très-basse ; enfin, dans la dernière période, le courant d'air a atteint le *maximum de froid*. Il résulte de cette observation que les petits cristaux qu'on obtient sur la boule de verre ne proviennent pas du refroidissement de l'air hors du récipient de la machine à compression, mais de l'abaissement de température dans l'intérieur du récipient. Ce refroidissement intérieur n'est pas instantané ; il augmente par la dilatation de l'air du récipient. Cet air, quoique soumis à

une dilatation progressive dans toute la capacité du récipient, conserve pendant l'écoulement une force élastique plus grande que celle de l'atmosphère; il vient frapper la boule de verre et la refroidit. Ce qui prouve que ce refroidissement a lieu, c'est que l'air atmosphérique environnant la boule y dépose une legère couche d'eau liquide, sur laquelle se forment les petits cristaux, produits par le courant d'air déjà refroidi dans l'intérieur du récipient.

En juillet 1826, M. Daubuisson, ingénieur en chef au Corps royal des Mines, a publié des expériences sur l'écoulement de l'air atmosphérique comprimé et renfermé dans un gazomètre, d'où il sortait pour entrer dans l'atmosphère. Il a trouvé que la quantité d'air poussée hors du gazomètre par un orifice en mince paroi et sous une pression déterminée, est à la dépense d'air sous la même pression, par des ajutages cylindriques ou coniques, dont l'ouverture de sortie était de même diamètre que l'orifice en mince paroi, dans le rapport de 1000 à 1427.

En rendant compte de ces expériences dans le *Bulletin de la Société philomatique*, septembre 1826, j'ai remarqué que M. Daubuisson n'avait pas fait l'écoulement de l'air par l'ajutage connu sous le nom de *tube de Venturi*, qui n'est qu'une tuyère ordinaire renversée, dont la section du plus grand diamètre est prise pour l'orifice de sortie. L'air étant expansible, il remplirait cet ajutage, et l'expérience aurait fait connaître l'augmentation de dépense, due à l'accélération de vitesse de l'air sur la section de l'ajutage du plus petit diamètre.

En octobre 1826, MM. Thenard et Clément ont visité les forges de Fourchambault (département de la Nièvre), et l'expérience suivante fut faite sous leurs yeux. Un ouvrier présenta une planche de sapin contre le vent d'un soufflet mis en mouvement par une machine à vapeur. Lorsque la planche était à une certaine distance de l'orifice de la tuyère, elle était fortement repoussée; si on la rapprochait du plan de cet orifice, elle était portée vers ce plan, comme si la répulsion se fût changée en attraction. Cet effet n'a lieu qu'autant que le bout de la tuyère est engagé dans un revêtement, et aboutit à fleur d'une face plane de ce revêtement.

M. Clément a le premier reconnu que l'air atmosphérique agissait, en cette circonstance, sur la planche, comme sur les parois extérieures d'un ajutage conique, par lequel on fait couler de l'eau. Ce savant, revenu à Paris, a fait voir sur une chaudière qu'il avait à sa disposition, que la vapeur d'eau à la pression de deux à trois atmosphères, produisait un effet semblable à celui du vent d'un soufflet de grosse forge. Il adapta à la chaudière un tuyau cylindrique vertical, terminé par une plaque circulaire du diamètre d'environ un décimètre, au centre de laquelle était un orifice circulaire d'un plus petit diamètre.

Lorsque la vapeur sort par cet orifice, on approche de la plaque un disque circulaire de même diamètre, et on remarque que le disque porté vers la plaque y adhère, comme s'il était attiré par une force qui agirait en sens contraire de la pesanteur. Des points plus ou moins saillans sur les faces du disque ou de la plaque en regard, déter-

minaient la distance de ces faces. M. Clément a exposé les faits que nous venons de rapporter, dans un Mémoire qu'il a lu à l'Académie royale des Sciences le 6 décembre 1826, et qui est renvoyé à l'examen des commissaires.

Le 11 avril 1827, j'ai répété l'expérience principale de M. Clément, à la séance de la Société d'Encouragement, en faisant usage d'un soufflet d'appartement à double vent, dont la tuyère aboutissait à une plaque de cuivre. J'ai annoncé, le même jour, que l'adhérence d'un disque opposé à la plaque ne dépendait pas essentiellement de l'expansibilité de l'air du soufflet, et que j'avais obtenu des effets semblables à ceux qui ont été observés par M. Clément, en faisant couler de l'eau entre des disques très-rapprochés, dont j'avais varié les courbures.

A la séance de la Société philomatique, du 13 avril 1827, j'ai présenté un tube coudé, au moyen duquel on produit, par le souffle de la bouche, les mêmes phénomènes que par la machine soufflante de Fourchambault, ou par la chaudière de M. Clément.

L'étude de ces phénomènes conduit à cette question : Déterminer la pression en chaque point des surfaces extérieure et intérieure d'un vase qui est rempli d'un liquide ou d'un gaz, en supposant que ce vase se vide dans l'atmosphère, 1° par un orifice en mince paroi, 2° par un ajutage, 3° par une zone comprise entre deux surfaces très-rapprochées. C'est pour arriver à la solution de cette question, que j'ai cherché à simplifier les appareils employés précédemment, et que j'ai fait plusieurs expériences dont j'ai rendu compte dans les notes

suivantes, qui ont été lues à la séance de la Société philomatique du 28 avril.

Expériences sur l'écoulement des gaz, entre des surfaces très-rapprochées.

Le fait principal observé par MM. Thenard et Clément résulte de l'action combinée du choc de l'air contre une plaque, et de la pression atmosphérique sur la même plaque. Toutes les circonstances de cette action se manifestent avec évidence au moyen de l'instrument très-simple que je vais décrire et qui est représenté *fig.* 2, 3 à l'échelle $\frac{1}{2}$.

ABCD (*fig.* 2) est un tube recourbé en fer-blanc ou en verre, terminé par une plaque circulaire *CD* de fer-blanc. Au centre de la plaque est un orifice *E* de trois à quatre millimètres de diamètre. Trois ou quatre petites lames de fer-blanc sont soudées sur les bords de la plaque, et ont pour objet de retenir vis-à-vis la plaque, un disque, de même diamètre que la plaque, et de telle matière qu'on voudra.

L'instrument peut encore se réduire (*fig.* 4) à une seule plaque *CD* de fer-blanc, au centre de laquelle est un petit orifice couvert par un tube droit *AE*, soudé sur la plaque. On peut même substituer à la plaque *CD*, en fer-blanc ou de tout autre métal, une bonde en liége, ou une tranche d'un gros bouchon.

EXPÉRIENCE.

Le tuyau coudé (*fig.* 2) est dans une position telle que la plaque *CD* soit à peu près horizontale; on pose sur cette plaque un disque *D'C'*, de telle matière qu'on

veut, flexible ou inflexible; on souffle en *A* avec toute la force dont on est capable, et, quelque léger que soit le disque, il ne s'écarte pas de la plaque.

Renversant le tuyau, comme il est indiqué (*fig.* 3), et ajoutant en *A* un second tube *A'a* qui entre à frottement sur l'extrémité *A* du premier tube *AB*, on souffle en *A'*; l'air soufflé passe par l'orifice *E*, et entre dans l'atmosphère par la zone cylindrique comprise entre les bords de la plaque *CD* et du disque *C'D'*. Non-seulement le disque ne tombe pas, mais il est poussé vers la plaque *CD* par une force plus grande que celle qui est nécessaire pour faire équilibre à son poids.

Les lames en fer-blanc, soudées sur les bords de la plaque *CD* (*fig.* 3) aboutissent à un anneau *GH*; un support *G'H'* en liége ou autre matière glisse à frottement contre les lames, et tient un disque de papier ou de carton *C''D''* à telle distance qu'on veut de la plaque *CD*. Réglant cette distance convenablement et soufflant en *A'*, on verra le disque *C''D''* s'approcher de la plaque *CD* et prendre la position *C'D'*, très-voisine de la plaque *CD*.

Les mêmes effets auront lieu pour le disque *C'D'* (*fig.* 4), lorsqu'on soufflera par l'extrémité *A* du tuyau droit *AE*, qu'on tient dans une position à peu près verticale.

Lorsque le disque *C'D'* est flexible et un peu élastique, et qu'on souffle en *A* (*fig.* 2 et 4), ou en *A'* (*fig.* 3), on produit un bruit résultant des battemens successifs du disque sur la plaque *CD*. (1) et (2)

---

(1) Ayant eu l'idée de répéter l'expérience de M. Clément, en substituant à des machines soufflantes et des chaudières,

Explication de l'Expérience.

L'air est poussé de l'embouchure *A* du tube vers l'orifice *E* de la plaque *CD*; il frappe la partie du

---

un soufflet d'appartement ou un simple tuyau embouché, j'ai employé le même moyen pour faire vibrer des disques de papier et de carton; mais je n'avais produit par ces vibrations irrégulières, correspondantes à des inflexions peu symétriques, que des sons confus. M. Savart, conservateur du Cabinet de Physique du Collége de France, dont les savans connaissent les nouvelles recherches sur l'acoustique, a obtenu des sons très-réguliers en prenant, au lieu de disques de papier, des plaques métalliques. Cette nouvelle expérience d'acoustique a été l'objet d'une Note lue par M. Arago à l'Académie royale des Sciences le 30 avril 1827.

(2) M. Cagniard-Latour avait depuis long-temps remarqué sur l'instrument de son invention, qu'il a nommé *sirène*, un mouvement composé, dont la vue de mes appareils lui a rappelé le souvenir. Voici les circonstances qui déterminent ce mouvement :

Soit *EFGH* (fig. *a*, échelle $\frac{1}{2}$), le disque en cuivre d'une sirène, percé de vingt-quatre trous cylindriques, obliques par rapport au plan du disque, et dont les axes sont rangés sur un hyperboloïde de révolution. Ce disque est vissé au-dessous d'un cylindre *gh*, auquel est adapté un tuyau *ABC*, garni d'un robinet *QR*. Un fil métallique *IK*, perpendiculaire au plan de ce disque et passant par son centre, est fixé par ses deux extrémités *I* et *K*; il traverse un second disque *G'H'* en papier ou carton, et passe par son centre. Une rondelle de liége *G"H"*, qui glisse à frottement entre les deux montans *LM*, *NO*, détermine la distance de la plaque

disque opposée à cet orifice, et la pression moyenne sur cette partie du disque est plus grande que la pression atmosphérique. L'air soufflé prend la place de l'air compris entre la plaque et le disque qui lui est opposé; il se meut dans cet intervalle avec une vitesse qui décroît à partir des bords de l'orifice; la force élastique de cet air décroît en même temps de manière que sa pression moyenne entre la plaque et la face intérieure du disque devient moindre que la pression atmosphérique, et comme cette dernière pression s'exerce sur toute la face extérieure du disque *C'D'*, ce disque,

---

EFGH et du disque *G'H'*. L'extrémité *K* du fil *IK* est retenue par une épingle, dans l'épaisseur de la traverse *LN* soutenue par les deux montans *LM*, *NO*. Tout étant ainsi disposé, on souffle en *A* dans le tuyau *ABC*; l'air soufflé remplit le cylindre *gh*, et se divise en jets qui entrent dans l'atmosphère. Le disque *G'H'* est frappé obliquement de haut en bas par chaque filet d'air. Ce choc le fait tourner sur le fil *IK* comme axe, et tend à l'écarter de la plaque *EFGH*, au-delà du support *G"H"*. Les molécules d'air qui frappent le disque, se meuvent dans le plan de ce disque, suivant les tangentes d'une même circonférence; et comme le disque tourne, elles sont animées d'une force centrifuge qui se transmet au volume d'air compris entre le disque et la plaque. Ce volume d'air en mouvement exerce sur l'une des faces du disque de papier, une pression moyenne moindre que la pression atmosphérique qui agit sur la face opposée. Cette dernière pression extérieure étant supérieure à la pression intérieure opposée, il en résulte ce fait curieux de dynamique, que le disque tonrne et s'élève en tournant, vers la plaque, quoique son poids et le choc de l'air tendent à l'écarter de cette plaque.

soumis à deux pressions contraires sur des faces opposées, obéit à la plus grande ; d'où il suit que le disque $C'D'$ doit être poussé vers la plaque CD. (1)

---

(1) Soit d la distance de la plaque CD (*fig.* 2) et du disque $C'D'$;

K l'aire de la plaque ou du disque qu'on suppose de même diamètre ;

k l'aire de l'orifice par lequel l'air passe du tuyau dans l'espace compris entre la plaque et le disque ;

p l'unité de pression exercée par l'air qu'on souffle en A (*fig.* 2), ou en A' (*fig.* 3), sur la portion E' du disque, opposée à l'orifice E de la plaque, portion dont l'aire est k ;

p' l'unité de pression moyenne exercée par l'air soufflé sur la portion du disque, dont la surface est $K-k$;

P la pression atmosphérique sur l'unité de surface ;

le disque $C'D'$, qu'on suppose inflexible, sera, abstraction faite de son poids, soumis à deux pressions, l'une extérieure égale à KP, qui tend à le rapprocher de la plaque CD ; l'autre intérieure qui tend à l'écarter de cette plaque, et qui se compose de deux pressions exprimées respectivement par kp et par $(K-k)p'$. Si la première pression est plus grande que la seconde, on aura :

$$KP > kp + p'(K-k), \text{ ou } K(P-p') > k(p-p') \ldots \quad (1).$$

Toutes les circonstances du mouvement de l'air dans l'espace compris entre la plaque et le disque, dépendent des relations entre les six quantités d, K, k, p, p' P, qui entrent dans l'inégalité (1). Quelle que soit cette relation, cette iné-

Il n'est pas nécessaire que le disque $C' D'$ soit près de l'orifice E du tuyau AE, pour que le choc de l'air soit modifié par la pression atmosphérique.

Soit $C'' D'' CD$ (*fig.* 5) un vase de la forme d'une cymbale, composé d'un cylindre creux $CDEF$ et d'un bord plat en couronne dont la largeur est $C'' F$ ou GD''. Ayant adapté sur le fond CD un tuyau AE qui couvre l'orifice E du diamètre 3 millimètres, on souffle en A contre un disque $C' D'$ voisin du bord plat $C'' D''$, et ce disque est poussé vers l'orifice E.

Le vase et le tuyau sont représentés (*fig.* 5) à moitié de

---

galité doit être satisfaite, pour que l'effet du choc de l'air contre le disque opposé à la plaque soit affaibli par la pression atmosphérique.

Supposons que l'aire k de l'orifice soit très-petite par rapport à l'aire K du disque, et que le fluide aériforme qui sort par l'orifice E soit beaucoup plus comprimé que l'air atmosphérique; dans cette hypothèse, la pression p sera plus grande, et la pression p' plus petite que la pression atmosphérique P. La quantité $k(p-p')$, qui forme le second membre de l'inégalité (1), deviendra aussi petite qu'on voudra, par la réduction de k; la quantité $K(P-p')$, qui forme le premier membre, diminuera d'autant moins que p' sera plus petit par rapport à P; ainsi l'on voit qu'il sera très-facile de satisfaire à l'inégalité (1). La difficulté d'y satisfaire augmente, à mesure que la valeur de k approche de celle de K, et c'est le cas ordinaire des soupapes des chaudières des machines à vapeurs. L'inégalité (1) s'applique aussi aux liquides, dont l'écoulement se fait d'un vase qui les contient, dans l'espace compris entre deux surfaces opposées, suffisamment rapprochées.

leur grandeur naturelle ; le poids du disque, augmenté de celui des corps attachés en *P*, équivaut à 12 grammes environ ; ce poids est la mesure de la pression qui résulte d'un souffle ordinaire en *A*, à l'extrémité supérieure du tuyau *AE*.

Lorsqu'on a soufflé à plusieurs reprises sur le disque *C'D'*, ce disque se couvre d'humidité, et on y distingue à l'œil les sillons des filets d'air qui sont dirigés suivant des rayons, et qui aboutissent à une petite circonférence à très-peu-près de même diamètre que l'orifice *E*.

Le disque *C' D'* ayant 54 millimètres de diamètre, la pression de l'atmosphère sur ce disque équivaut à un poids de 23 kilogrammes ; d'où il suit que, dans cette expérience, la pression de l'air soufflé sur la face intérieure du disque, et la pression atmosphérique exercée sur la face extérieure de ce même disque, ne diffèrent entre elles que d'un demi-millième environ de la seconde pression.

En variant les courbures de la plaque et du disque, que l'air soufflé traverse avant d'entrer dans l'atmosphère, j'ai remarqué qu'à distances égales de la plaque et du disque, la plus grande différence des pressions sur les faces opposées du disque, ne correspondait pas aux surfaces planes ; cette différence est plus sensible lorsque l'air s'écoule entre des surfaces sphériques.

Toutes les autres circonstances restant les mêmes, la forme de l'orifice de la plaque modifie les phénomènes. Lorsque cet orifice est un rectangle allongé ou une croix (*fig.* 4, plan.), la différence des pressions sur les faces opposées du disque diminue considérable-

ment. — Les expériences suivantes ont pour objet de mesurer ces pressions, dans le cas particulier où la plaque et le disque étant des cercles de même diamètre, l'orifice de la plaque serait aussi un cercle.

Expériences sur le mouvement de l'air entre deux surfaces planes.

Un tuyau coudé BB' (*fig.* 4) a été adapté sur les parois d'une caisse de soufflet de forgeron. Le soufflet étant mis en mouvement au moyen du levier qu'on nomme *branloire*, on entretenait l'air de la caisse à une pression constante, qui était mesurée par une colonne d'eau, au moyen d'un tube à double coude, dont un bout était fixé sur la caisse du soufflet. L'air arrivait par les tuyaux à angle droit B, BB', et sortait par l'orifice E, pratiqué au centre d'un disque en bois $CD\,cd$. Un autre disque $C'D'H'$ (*fig.* 4) portait une tige pleine ou queue $H'H$, qui traverse un plateau GG', et glisse dans un fourreau KK'. Cette tige est percée de trous $h, h'. h''$, destinés à recevoir la cheville qui règle la distance des disques $CD\,cd$ et $C'D'H'$, et qui s'arrête sur le sommet du fourreau KK'. Plusieurs montans CG, DG' sont assemblés dans les disques parallèles CD, GG'.

Hauteur de la colonne d'eau qui mesurait la pression de l'air dans la caisse du soufflet.	8 centimètres.
Diamètre de l'orifice E du disque CD.	22 millimètres.
Surface ou aire de l'orifice E...	380 millimètres carrés.
Diamètre du disque $C'D'$ ou cd...	10 centimètres.
Circonférence du disque $C'D'$...	314 millimètres.

Tableau des Expériences.

Distances des disques CD et $C'D'$.	Différences de pression sur les deux faces opposées du disque $C'D'$.
1 millimètre...........	55 grammes.
3....................	45
6....................	31
13....................	0

A cette distance de 13 millimètres, la pression de l'air du soufflet sur la face intérieure du disque, devient égale à la pression atmosphérique sur la face opposée. Pour cette première série d'expériences, la tige HH' était soutenue par un fil HQP qui passe sur une poulie dont l'axe de rotation est en R; et on mettait d'abord sur le plateau P la masse qui faisait équilibre aux frottemens, au poids du disque $C'D'$ et de sa tige HH'.

Pour continuer les expériences, on a détaché le fil HPQ de la tige HH', et on a posé les poids sur le chapiteau ll' de cette tige. Lorsque la distance des disques surpasse 13 millimètres, le choc de l'air l'emporte sur la pression atmosphérique, le disque est soulevé; les poids qui le maintiennent aux distances indiquées dans la première colonne de ce tableau ont été observés ainsi qu'il suit:

Distances des disques CD, $C'D'$.	Poids qui fait équilibre au choc de l'air du soufflet contre le disque $C'D'$.
15 millimètres........	35 grammes.
19.................	22

On voit par ce tableau que lorsque la distance du disque à la plaque n'est que d'un millimètre, l'air du

soufflet entre dans l'atmosphère par une zone cylindrique de 314 millimètres carrés, puisque la circonférence de cette zone est 314 millimètres et sa hauteur 1 millimètre.

Lorsque la distance est 13 millimètres, la surface de la zone cylindrique est 4082 millimètres carrés. Pour la première distance d'un millimètre, la zone d'écoulement est plus petite en surface que l'orifice; et pour la seconde distance de 13 millimètres, elle est dix fois plus grande. Dans l'un et l'autre cas, l'action du choc de l'air du soufflet contre le disque est diminuée par la pression atmosphérique.

Observations.

La combinaison du choc de l'air et de la pression atmosphérique n'a pas seulement lieu entre deux surfaces planes. La plaque étant supposée terminée par une face plane, la face du disque opposée à celle-là pourrait être légèrement convexe; une grande convexité écarterait trop le disque de la plaque, et si la face du disque était concave, le choc de l'air sur cette face ne serait plus contre-balancé par la pression atmosphérique opposée.

La plaque métallique soudée à l'extrémité de la tuyère du soufflet d'appartement dont il a été question page 5, est du diamètre de 125 millimètres; j'ai posé sur cette plaque un disque de carton aplani, et j'ai collé successivement des feuilles de papier superposées, pour atteindre le nombre de feuilles dont le poids devait faire équilibre à la pression atmosphérique, pendant que le soufflet était en mouvement; ce nombre de feuilles a

augmenté très-sensiblement, lorsque le disque de carton présentait vers la plaque une légère convexité.

Cet effet dû au changement de courbure, a encore été confirmé par des expériences sur l'écoulement de l'eau, dont je rendrai compte dans un autre article.

Du Mouvement de l'air entre une plaque circulaire et un disque de même diamètre, flexible et un peu élastique, posé sur la plaque.

Expérience. (*Fig.* 2.)

On pose sur la plaque *CD* (*fig.* 2), un disque *C'D'* en papier lisse un peu mince; ayant mouillé ce disque vers son centre, en y portant avec le bout du doigt une goutte d'eau; on souffle légèrement en *A*, extrémité du tuyau coudé *ABCD*. Le papier étant un peu transparent dans la partie mouillée, on distingue à l'œil l'ouverture *E* de la plaque, et pendant qu'on souffle en *A*, la partie mouillée se gonfle du dedans en dehors, vis-à-vis l'ouverture *E*, et conserve cette courbure; le reste du disque frémit, et on entend un bruit de sifflement ou de frémissement. En soufflant avec plus de force, le choc de l'air l'emporte sur la pression atmosphérique, et ce disque de papier s'envole. Ces phénomènes deviennent plus sensibles sur un disque de papier d'un plus grand diamètre. J'ai posé sur la plaque métallique du diamètre 124 millimètres, soudée à l'extrémité de la tuyère du soufflet d'appartement, un disque de papier gris, un peu épais et humecté; faisant jouer le soufflet, le disque s'enfle comme dans l'expérience précédente, vis-à-vis l'orifice; il se dé-

)rime à une certaine distance de cet orifice, et se dé-
:ache des bords de la plaque pour donner passage à l'air. La dépression forme momentanément la communication de l'air entre le centre et les bords de la plaque; l'air dont l'écoulement est interrompu augmente en force élastique et s'ouvre un nouveau passage. La dépression et les inflexions précédentes du disque de papier se renouvellent; ce qui produit des sons irréguliers très-intenses qui se mêlent à ceux de la plaque métallique.

Du Mouvement d'un liquide entre deux surfaces, comparé au mouvement d'un fluide aériforme entre les mêmes surfaces.

Les mouvemens du fluide aériforme ou d'un liquide que nous comparons, ont lieu entre deux surfaces S, S', assez rapprochées pour que l'air atmosphérique ne pénètre pas dans l'espace compris entre les deux surfaces. Lorsque le fluide aériforme contenu dans un vase, passe sous une pression donnée dans cet espace, il le remplit par son expansibilité, et il entre dans l'atmosphère par une zone qui a pour limite les bords des deux surfaces S, S', ou de l'une d'elles seulement. Le périmètre de cette zone étant plus grand que celui de l'orifice pratiqué sur la surface S, par lequel le fluide sort du vase qui le contient; il s'ensuit que la vitesse du fluide est décroissante depuis l'orifice jusqu'aux bords de la zone d'écoulement dans l'atmosphère, et comme le fluide en mouvement remplit tout l'espace compris entre la zone et l'orifice, il perd une partie assez considérable de la force élastique qu'il avait dans l'inté-

rieur du vase, pour que sa pression moyenne contre la surface S' soit moindre que la pression atmosphérique. L'expansibilité du fluide n'est pas un élément nécessaire de la différence des pressions exercées sur les côtés opposés de la surface S'. En substituant au fluide aériforme un liquide, l'adhérence du liquide aux surfaces S, S' tient lieu de l'expansibilité. Ces surfaces étant suffisamment rapprochées, l'air atmosphérique ne s'introduit pas dans l'espace qui les sépare ; le liquide remplit cet espace, d'où il sort pour entrer dans l'atmosphère. La vitesse du liquide décroît comme pour le fluide aériforme, depuis l'orifice pratiqué sur la surface S jusqu'aux bords de la surface S', et la pression moyenne que le liquide exerce à l'intérieur sur un côté de la surface S' est moindre que la pression atmosphérique sur le côté opposé.

EXPÉRIENCE.

J'ai réuni deux vases V, V' (*fig.* 7) par un tuyau TT' de 3 centimètres de diamètre et de 5 mètres environ en longueur. Sur le fond CD du vase inférieur V' est une plaque CD, au centre de laquelle est un orifice circulaire E. Pendant que l'eau sortait par cet orifice, on a présenté à plusieurs distances de la plaque un disque $C'D'$ chargé d'une masse P, qu'on a déterminée pour chaque distance, de manière que le poids total fît équilibre à la différence des pressions sur les faces opposées du disque. Ayant fait varier les surfaces de la plaque et du disque, j'ai reconnu que la plus grande différence ne correspondait pas aux surfaces planes, et qu'il était nécessaire d'entreprendre une série d'expé-

riences pour résoudre la question suivante : « Lors-« qu'un liquide s'écoule sous une pression donnée entre « deux surfaces très-rapprochées, quelle est la pression « exercée par le liquide en chaque point de l'une ou « l'autre surface. » Le résultat de ces expériences sera le sujet d'un autre article.

NOTE *sur les Sons produits dans l'expérience de M.* Clément.

PAR M. FÉLIX SAVART.

M. CLÉMENT a fait voir que quand un courant de fluide aériforme s'échappait par un orifice percé dans une paroi plane, une lame mince approchée au-devant de cet orifice, loin d'être chassée par le jet de gaz, était au contraire poussée contre la paroi et semblait y adhérer. M. Hachette a varié ce genre de phénomène, et il a montré que pour le produire, il n'était pas indispensable que la force élastique du gaz fût de beaucoup supérieure à celle de l'air atmosphérique. MM. Clément et Hachette ont également remarqué que dans cette expérience il arrivait souvent qu'il se produisait des sons fort graves, sourds et peu agréables, mais que cela n'avait pas toujours lieu. Il m'a semblé qu'il pourrait être utile d'examiner les circonstances qui accompagnent ou qui déterminent la production du son dans cette expérience, c'est là l'objet de cette Note.

Lorsqu'on cherche à se rendre raison de ce phénomène, la première idée qui se présente à l'esprit, c'est

que le disque étant poussé, tantôt contre l'orifice, par la pression atmosphérique, et tantôt dans le sens contraire, par la force élastique du courant d'air, il résulte de ces alternatives une suite de battemens périodiques contre l'air extérieur, à peu près comme cela a lieu dans les anches et dans la syrène de M. Cagnard Latour. Néanmoins, en y réfléchissant, on pouvait prévoir que le phénomène dépendait d'une autre cause, et que les sons obtenus étaient produits par les vibrations propres des disques eux-mêmes. C'est aussi ce que l'expérience confirme parfaitement. En effet, on trouve que si, vis-à-vis d'un même orifice, on place des disques de différens diamètres, mais d'égale épaisseur, les nombres des vibrations sont comme les carrés renversés des diamètres, ainsi que cela a lieu pour les lames circulaires ébranlées directement; et en outre quand on fait résonner les disques à l'aide d'un archet, on reconnaît que les modes de division étant les mêmes que dans le cas de l'ébranlement par le courant d'air, les sons sont aussi les mêmes. Ce phénomène s'explique très-facilement lorsqu'on fait attention que quand on place près de l'orifice un disque très-mince et non élastique, par exemple, une lame circulaire de papier, son centre, poussé par la pression atmosphérique, devient convexe et reste dans cet état tant que le jet d'air continue à s'écouler; car il est clair, d'après cela, que si l'on fait la même expérience avec un disque formé de quelque substance élastique, le même effet se produira d'abord, mais qu'ensuite, en vertu de son élasticité, le disque se courbera dans le sens opposé, puis qu'il redeviendra convexe, et ainsi de suite, de sorte

que si on le recouvre d'une poussière fine, il se formera une, deux, trois...... lignes nodales circulaires selon les dimensions de la lame qu'on emploiera, et selon la vitesse plus ou moins grande du courant d'air. En un mot, on pourra obtenir tous les modes de division qui peuvent se produire lorsqu'un disque est ébranlé par son centre, dans une direction normale à ses faces, par exemple, par un mince tube de verre qu'on frotte longitudinalement avec les doigts mouillés. Les modes de division qui se présentent dans ces deux circonstances sont tout-à-fait analogues, ils ne sont pas bornés aux lignes nodales circulaires; ils sont, au contraire, très-variés. Il est clair que dans l'un et l'autre cas on n'obtiendra aucun des modes de divison où il y a des lignes nodales diamétrales, ou même un point immobile au centre des disques, pourvu cependant qu'ils soient parfaitement plans; car si cela n'avait pas lieu on conçoit que le phénomène deviendrait beaucoup plus compliqué, de même que si le centre de la lame circulaire ne correspondait pas exactement à celui de l'orifice. Ce dernier cas se présente souvent, alors il arrive ou qu'il ne se produit aucun son, ou que si l'on en obtient un, il est ronflant et très-grave : en examinant le disque de près, on observe qu'un point de sa circonférence est en contact avec la paroi qui porte l'orifice, tandis que le point diamétralement opposé en est, au contraire, écarté d'une petite quantité; de sorte qu'on a, dans ce cas, un exemple de vibration d'une lame circulaire appuyée par un point de son contour et libre dans le reste de son étendue.

Lorsque les disques qu'on fait résonner par ce pro-

cédé présentent une ligne nodale circulaire, les sons qu'on obtient ne sont pas dénués d'agrément; ils ont un timbre particulier qui ne déplaît pas, et ils sont susceptibles d'être renforcés par les vibrations de colonnes d'air placées au-dessus des disques, et ébranlées par communication.

Ces expériences peuvent être variées d'un grand nombre de manières, qui conduisent toutes à ce résultat, que l'action du courant d'air, réunie à celle de la pression atmosphérique, constitue un genre particulier d'ébranlement qui ne diffère pas essentiellement de tous ceux qu'on peut employer, quoiqu'il soit fort remarquable en ce que les corps qui y sont soumis sont parfaitement libres dans toute leur étendue; ce qui permettra peut-être de l'employer par la suite pour étudier certaines modifications apportées dans l'état des corps. On conçoit que par ce procédé on peut faire vibrer des lames de toute sorte de forme, ainsi que des membranes.

On peut faire ces expériences au moyen d'une lame de bois unie à un tube recourbé en forme d'S, dans lequel on souffle comme dans un instrument à vent; on place les disques sur la lame de bois, en disposant autour de leur circonférence de petits obstacles pour les empêcher de glisser dans le sens horizontal. Les disques que j'ai employés étaient de cuivre, ils avaient environ un tiers de millimètre d'épaisseur; le diamètre des plus grands n'excédait pas un décimètre.

Copie *du Journal d'expériences sur les Fèves de Marais, commencé le 7 mars 1808, par MM.* Correa de Serra *et* Vauquelin.

En lisant, dans les *Annales de Chimie*, janvier 1827, l'intéressant travail de M. Braconnot sur les pois et les haricots, je me suis rappelé une ébauche d'analyse que j'avais commencée en 1808, conjointement avec M. Correa de Serra, que les sciences, et particulièrement la botanique, ont perdu beaucoup trop tôt.

Les Notes que j'avais tenues à ce sujet, me paraissant présenter quelques points d'analogie avec ce qu'a observé M. Braconnot sur les pois et les haricots, je crois devoir les faire connaître, non pour réclamer la priorité en ma faveur et diminuer le mérite des résultats obtenus par l'habile chimiste de Nancy, puisque je n'ai aucun moyen de prouver, pas même par le témoignage de celui avec lequel j'avais commencé ces recherches, qu'en effet elles datent de 1808, mais seulement pour l'amour de la vérité et l'intérêt de la science.

L'on verra au surplus par l'état incomplet où sont restées les Notes que je vais transcrire sans changement au fond, que le travail n'est pas d'aujourd'hui.

Je n'aurais pas même attendu jusqu'à ce jour à publier ou plutôt à perfectionner ces aperçus, si une maladie de cinq mois, dont je suis à peine convalescent, m'avait permis de me livrer à des travaux de laboratoire ; mais je compte m'y remettre aussitôt que je pourrai, afin de terminer les parties qui sont impar-

faites, et ajouter quelques faits nouveaux si je suis assez heureux pour en trouver.

§ Ier. *Copie littérale du Journal.*

Le 7 mars, on a mis un litre de fèves de marais tremper dans de l'eau de fontaine, pour en enlever la peau et séparer le germe des cotylédons.

Deux jours après, on a broyé dans un mortier de marbre une certaine quantité de germes exactement détachés des cotylédons, et on les a mis en macération, à une chaleur douce, dans de l'alcool à 38°.

Ces germes ayant absorbé une petite quantité d'eau pendant que les fèves y ont séjourné, ils ont formé, par le broiement, une espèce d'émulsion visqueuse comme un mucilage; mais lorsqu'on a mis cette pâte, bien liée, dans l'alcool, elle s'est coagulée, durcie et séparée sous forme de grumeaux, en même temps qu'elle a blanchi.

L'alcool dans lequel avaient ainsi séjourné les germes de fèves de marais a fourni, après l'évaporation, une matière jaune-brunâtre, luisante comme une gomme d'une saveur légèrement sucrée, et ayant une odeur de noix fraîches.

Cette substance, légèrement acide, n'est pas entièrement soluble dans l'eau; elle laisse une matière blanche qui a l'aspect d'une graisse. En effet, mise sur le papier Joseph, elle le pénètre à l'aide de la chaleur, et lui donne la transparence du papier huilé : d'une autre part, exposée sur les charbons ardens, elle pétille, se fond et répand une fumée blanche ayant l'odeur de la graisse qui contiendrait une petite quantité de matière

animale. Il ne nous paraît pas douteux, d'après cela, que ce corps ne soit de la nature des graisses.

La partie soluble dans l'eau, communique une couleur jaunâtre, une légère saveur sucrée et une odeur semblable à celle de la noix fraîche. Cette dissolution est précipitée par les acides minéraux, par l'eau de chaux et l'infusion de noix de galles.

§ II. *Traitement par l'eau des germes de fèves de marais qui avaient subi l'action de l'alcool.*

Les germes de fèves de marais déjà traités par l'alcool, ayant été mis dans l'eau pendant quelques jours, se sont *aussitôt* gonflés et ont repris la demi-transparence que l'alcool leur avait fait perdre. L'eau acquiert, dans ce cas, de la viscosité et la propriété de mousser comme une dissolution de savon.

Cette dissolution, filtrée et évaporée à une très-douce chaleur, a laissé sur le vase un enduit lisse, cassant et transparent comme du blanc d'œuf desséché. Cette matière, mise sur un charbon ardent, se boursoufle promptement, et répand une odeur ammoniacale fétide.

Redissoute dans l'eau, cette matière est précipitée par la dissolution de tannin et par l'acide faible, absolument comme l'albumine; ce qui semble annoncer que les germes de fèves de marais contiennent une véritable albumine semblable à celle qui existe dans les animaux.

§ III. *Distillation des germes de fèves de marais épuisés par l'alcool et par l'eau.*

Le résidu des germes de fèves de marais, distillé à feu nu, a donné une eau rousse en très-petite quantité,

une huile rouge-brunâtre, une quantité notable de carbonate d'ammoniaque qui a cristallisé dans le col de la cornue. Le charbon conservait à peu près le même volume que la matière qui lui avait donné naissance : il a brûlé avec beaucoup de difficulté, et même il été impossible d'en obtenir une cendre blanche. Cette cendre, mise avec l'acide muriatique, lui a communiqué une couleur jaune, sans produire d'effervescence.

La solution muriatique de cette cendre étendue d'eau n'avait plus de couleur; l'ammoniaque en a précipité une matière qui avait l'apparence du phosphate calcaire; le prussiate de potasse y a fait naître une couleur bleue qui indiquait la présence du fer. La liqueur précipitée par l'ammoniaque n'était pas troublée par le sous-carbonate de potasse; par conséquent elle ne contenait pas de chaux.

§ V. *Examen de l'eau où les fèves de marais avaient trempé.*

L'eau dans laquelle on avait fait tremper les fèves de marais pour les dépouiller de leurs enveloppes, avait acquis une couleur jaune, une saveur semblable à celle des fèves de marais vertes; elle rougissait la teinture de tournesol, donnait une couleur bleue au persulfate de fer, précipitait l'eau de chaux en flocons rougeâtres comme de l'oxide de fer, l'acétate de plomb en blanc jaunâtre, et nullement l'infusion de noix de galle.

La peau détachée des fèves de marais, mise une seconde fois dans l'eau chaude, lui communiqua les mêmes propriétés qu'à la première; ce qui prouve qu'elles proviennent des enveloppes seulement.

Un troisième et un quatrième lavage de ces enveloppes, à l'eau bouillante, avaient encore les mêmes qualités, puisqu'ils rougissaient la teinture de tournesol, précipitaient la solution de colle forte, noircissaient le sulfate de fer, etc.

Quoique ces écorces eussent été lavées plusieurs fois, ainsi qu'on vient de le dire, elles noircissaient immédiatement par l'application d'un peu de sulfate de fer; enfin, réduites en pulpe et lavées encore avec de l'eau distillée bouillante, elles noircissaient toujours par le contact d'un sel de fer. Ces enveloppes seraient-elles donc entièrement formées de tannin et d'une matière végéto-animale?

Une portion de ces peaux réduites en pulpe, a été soumise à l'action d'une légère solution de potasse chaude. La liqueur s'est bientôt colorée en rouge pourpre, la portion de pulpe non dissoute a pris la même couleur. L'acide acétique a précipité de la liqueur filtrée, sous forme de flocons gélatineux, la substance qui y était dissoute, et elle n'a conservé qu'une très-faible couleur. La liqueur, ainsi dépouillée de la matière des enveloppes de fèves de marais, ne colorait plus en bleu le persulfate de fer; seulement le mélange a pris une couleur brunâtre. La matière précipitée par l'acide nitrique a, au contraire, noirci fortement avec le sulfate de fer, en sorte que le tannin paraît avoir été dissous par la potasse, d'où il a été précipité ensuite par l'acide acétique à l'aide de la matière végéto-animale.

Ces faits nous paraissent propres à résoudre affirmativement la question qu'on s'est faite plus haut, savoir si les enveloppes de fèves de marais sont entièrement

formées de tannin et de matière végéto-animale ; mais nous verrons plus bas qu'il entre aussi dans leur composition une quantité notable de fer et de phosphate de chaux.

Cette matière, après avoir été dissoute par la potasse, précipitée ensuite par l'acide acétique et lavée, perd beaucoup de son volume par la dessication, se boursouffle considérablement au feu, en répandant l'odeur mixte des matières végétales et animales, cependant plus végétale qu'animale.

L'incinération en est difficile, la partie charbonneuse résiste long-temps à l'action de la chaleur, soit à cause d'un peu de muriate de potasse qui y reste adhérent, soit à cause de la présence du fer. La cendre, très-peu abondante, n'a fourni que des atomes de fer et de chaux carbonatée et phosphatée. Nous pensons que cette substance a beaucoup d'analogie avec le principe végétal connu sous le nom de *matière gélatineuse*, lequel est combiné la plupart du temps, dans les végétaux, avec un acide qui le rend soluble. (*Journal.*)

La liqueur d'où la matière qu'on vient de signaler avait été précipitée par l'acide acétique, évaporée à siccité, a laissé un résidu brun-rougeâtre, déliquescent, contenant un peu d'acétate de potasse. Ce résidu, exposé au feu, s'est considérablement boursoufflé ; il a formé une sorte de champignon très-volumineux de charbon, qui, en se détruisant, a laissé une cendre blanche abondante, contenant de la potasse. Cette cendre a été traitée par l'eau (1).

---

(1) Cette opération en resta là, au moins on ne trouve point la suite dans le Journal.

§ VI. *Expériences sur l'eau dans laquelle les cotylédons des fèves de marais, dépouillés de leurs enveloppes, avaient trempé pendant quatre jours.*

Cette eau avait un aspect légèrement laiteux, ne filtrait que difficilement et toujours trouble; elle rougissait la teinture de tournesol, et précipitait l'eau de chaux. Abandonnée à elle-même, à une température de 10°, cette eau s'est couverte d'une pellicule blanche comme muqueuse, a acquis une odeur aigre, semblable à celle du levain de froment; elle rougissait alors fortement la teinture de tournesol. Elle a été soumise à l'évaporation par une chaleur (1).

Le 16 mars 1808.

§ VII. *Cotylédons des fèves de marais traités par l'alcool.*

Les cotylédons des fèves de marais qui avaient trempé dans l'eau, furent broyés et réduits en pulpe très-homogène dans un mortier de marbre. En cet état, on les mit avec de l'alcool à 38°, qui coagula sur-le-champ la matière, et lui fit prendre une couleur blanche mate. Bientôt, à l'aide de la chaleur, l'alcool prit une teinte jaune de citron, et une odeur de levain.

L'alcool filtré, fut distillé ensuite à peu près aux $\frac{7}{8}$ dans une cornue de verre : la portion restée dans la cornue se prit, par le refroidissement, en une gelée transparente et peu consistante. Cette matière reprit, par l'agitation, assez de liquidité pour pouvoir sortir du vase.

(1) La suite de cette opération manque.

Voici les propriétés que ce liquide nous à présentées : 1°. il avait une couleur jaune brune, une saveur sucrée d'abord, mais qui laissait à la longue un arrière-goût de savon ; 2°. elle était abondamment précipitée par les acides en flocons blancs qui se rassemblaient bientôt à la surface de la liqueur ; 3°. elle était également précipitée par l'eau de chaux en flocons qui tombaient au fond de la liqueur ; 4°. elle rougissait légèrement la teinture de tournesol.

Cette liqueur, en s'évaporant, se couvre d'une pellicule jaune, demi-transparente et molle, dont la saveur était absolument semblable, quoique moins forte, à celle du savon mou. La liqueur qui restait sous cette pellicule devenait de plus en plus sucrée à mesure qu'elle se concentrait.

D'après les propriétés qui viennent d'être énoncées, il semble que cette liqueur contienne un véritable savon. Sa saveur, la faculté de former une gelée par le refroidissement, sa décomposition par l'eau de chaux, les acides, les sels calcaires, etc., sont autant de caractères qui appartiennent aux savons ; mais l'acidité de cette matière ne permet pas d'admettre cette idée.

Lorsque la plus grande partie de la liqueur ci-dessus fut évaporée, il resta une matière jaunâtre, filante, qui avait une saveur sucrée très-marquée, mais avec un arrière-goût de savon, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Une petite quantité de cette matière, brûlée dans un creuset de platine, a donné un charbon difficile à brûler, et dont le lavage a fourni une quantité notable de potasse, reconnue par sa combinaison avec

l'acide nitrique, et par le précipité jaune qui y a produit le muriate de platine. Cette potasse ne contenait ni acide sulfurique, ni acide muriatique. Elle était donc combinée à un acide végétal destructible par la chaleur.

§ VIII. Les cotylédons des fèves de marais qui avaient été traités par l'alcool, ont été délayés dans de l'eau et jetés sur un tamis de soie où ils ont été agités avec la main dans l'intention de séparer la partie amylacée de la matière végéto-animale.

L'amidon s'est, en effet, déposé promptement, et la partie végéto-animale, restant en suspension dans l'eau, lui donnait une couleur blanche comme un lait d'amande. On a filtré la liqueur pour séparer les deux matières dont on vient de parler et obtenir celle qui avait pu se dissoudre dans l'eau.

Cette eau avait un aspect opalin que des filtrations répétées à travers le papier joseph ne lui ont pas fait perdre. Elle était abondamment précipitée par les acides, l'eau de chaux, le tannin, l'acétate de plomb, le muriate d'étain; elle présente, par l'évaporation, des membranes légèrement colorées, gluantes et élastiques. Toute la substance qui était dissoute dans l'eau s'est ainsi réduite en membranes par les progrès de l'évaporation, et la petite portion de liquide qui est restée à la fin, ne paraissait pas contenir autre chose, et n'était pas plus consistante qu'avant l'évaporation.

Les membranes dont on vient de parler pétillent, se contractent comme le parchemin, et exhalent une odeur ammoniacale, semblable à celle des substances ani-

males. Cette substance a une ressemblance presque parfaite avec l'albumine animale.

§ IX. La substance des cotylédons de fèves de marais, après avoir été lavée successivement avec l'alcool et avec l'eau, était parfaitement blanche, avait une saveur douce, très-analogue à celle des amandes, ou plutôt des noix fraîches, et n'ayant plus du tout cette saveur particulière qui distingue les graines légumineuses de celle des autres végétaux.

La potasse, étendue d'eau, agit promptement sur cette partie des cotylédons; elle lui donne une transparence parfaite, et, au bout d'un certain temps, la ramollit et la dissout de manière à lui faire prendre l'apparence d'une gelée, laquelle cependant n'est pas sensiblement soluble dans l'eau quoiqu'elle soit transparente.

Cette combinaison de la matière insoluble des cotylédons et de potasse, desséchée et brûlée dans un creuset, a donné beaucoup de prussiate de potasse qui, traité convenablement, a fourni de très-beau bleu de Prusse. Cela est encore une preuve que les cotylédons des fèves de marais sont très-animalisés.

§ X. *Distillation et combustion des cotylédons des fèves de marais, traités successivement par l'alcool et par l'eau.*

Ces cotyléons ont fourni, par la distillation, les mêmes produits que les matières animales les mieux caractérisées.

On a obtenu d'abord de l'eau, ensuite une huile peu colorée et légère, du carbonate d'ammoniaque cristal-

lisé abondamment dans le col de la cornue; enfin, de l'huile épaisse et brune. Le liquide aqueux, reçu dans le récipient, contenait aussi une grande quantité de carbonate d'ammoniaque; car il rétablissait promptement la couleur du tournesol rougie et faisait une vive effervescence avec les acides.

Si l'on n'avait pas su que ces produits avaient été fournis par une graine végétale, on aurait certainement cru qu'ils provenaient d'une matière animale. Le charbon resté dans la cornue, a donné, par l'incinération, une cendre jaunâtre qui s'est dissoute dans l'acide muriatique sans produire d'effervescence; la dissolution n'avait pas de couleur; l'ammoniaque y a formé un précipité floconneux, mais qui, par l'agitation, a pris une forme grenue et cristalline. L'analyse y a fait reconnaître du phosphate de magnésie, mêlé d'un peu de phosphate de chaux et d'oxide de fer.

Ce travail fut suspendu à l'époque où M. Correa quitta Paris pour remplir une mission diplomatique que son Gouvernement lui avait donnée; les résultats qu'il pouvait offrir étaient encore trop incomplets pour qu'on pût, pour qu'on dût même prendre de décisives conclusions sur la nature des principes qui constituent les fèves de marais, et que les expériences rapportées plus haut avaient signalés.

J'avoue ingénument que je croyais y entrevoir une substance particulière, mais je n'en étais pas convaincu, tant elle me paraissait avoir d'analogie avec l'albumine végétale. C'est probablement la même que M. Braconnot a trouvée dans les pois et les haricots; cependant

la mienne paraît être soluble dans l'alcool; il est vrai que celui que j'avais employé n'avait que 38°.

Au reste, je promets de reprendre la suite de ces recherches aussitôt que mes forces me le permettront; que les résultats auxquels je pourrai être conduit, soient ou non conformes à ceux de M. Braconnot, je le dirai franchement.

LETTRE *à M.* Gay-Lussac *sur quelques Combinaisons particulières.*

PAR M. JUST. LIEBIG.

M. BONSDORF vient de publier, dans les *Annales de Chimie*, tom. XXXIV, pag. 142, quelques expériences sur les combinaisons des chlorures métalliques éloctro-négatifs avec les chlorures électro-positifs, qui lui ont fait conclure que les premières de ces combinaisons jouaient le rôle d'acide envers les autres, et qu'on ne peut pas les considérer comme des sels doubles.

Je m'étais occupé de cet objet il y a quelque temps, sous le même point de vue; mais plusieurs expériences que je vais décrire plus bas étant contraires à la conclusion à laquelle je comptais parvenir, ce travail n'a pas été continué. J'ai obtenu la combinaison du chlorure de mercure avec le chlorure de potassium sous forme d'aiguilles soyeuses, groupées en étoiles; le nouveau sel est précipité quand on met de l'esprit-de-vin dans une solution de chlorure de potassium et de chlorure de mercure en grand excès. 1,826 gr. de sel séchés à 100°, et

chauffés au rouge, ont laissé 0,645 de chlorure de potassium; par conséquent il est composé de 1 at. de chlorure de mercure et de 1 at. de chlorure de potassium. Je n'ai pas pu avoir sous forme cristalline la combinaison de chlorure de mercure avec le chlorure de calcium; il est fort déliquescent.

Les propriétés des autres sels décrits par M. Bonsdorf s'accordent parfaitement avec celles des sels que j'ai obtenus, et des combinaisons de l'iodure de mercure avec les iodures métalliques positifs. On obtient une autre série de sels, qui ne peuvent pas être classés d'après l'opinion de M. Bonsdorf, quand on ajoute à une solution bouillante de chlorure de mercure autant d'iodure de mercure qu'il peut s'en dissoudre : la liqueur, évaporée, ne dépose point d'iodure de mercure, mais refroidie, il se forme un sel blanc qui se cristallise en feuillets triangulaires, ayant l'aspect de fougères. Dissous dans l'eau et mêlé avec une solution de sel ammoniac et de carbonate de soude, il donne un précipité d'hydro-chlorate d'ammoniaque et de mercure à excès de base, et la liqueur contient de l'iodure de potassium. Il est composé de 2 at. de chlorure de mercure et 1 at. d'iodure de mercure. Une solution de chlorure de mercure mêlée avec du cyanure de mercure et évaporée jusqu'à un certain degré, se prend, après le refroidissement, en une masse blanche, qui ne montre point une forme cristalline bien distincte, et qui se liquéfie à une chaleur très-douce. Elle est très-soluble dans l'eau. Le carbonate de potasse y produit un précipité d'un jaune citron, qui se dissout dans les acides sans effervescence en dégageant de l'acide hydro-cyanique.

On obtient des combinaisous d'un autre genre en versant du cyanure de potassium sur du chlorure ou de l'iodure d'argent; ces derniers s'y dissolvent facilement et forment, par l'évaporation, des cristaux. Les sels doubles sont insolubles dans l'esprit-de-vin. On n'obtient pas de combinaison quand on fait bouillir du chlorure ou de l'iodure de potassium avec du cyanure d'argent, mais il se forme avec le premier du chlorure d'argent et du cyanure double d'argent et de potassium; avec le second il se forme de l'iodure d'argent et le même cyanure double. Les derniers sels sont analogues à la combinaison du cyanure de mercure avec l'iodure de potassium qui a été découverte par M. Caillot. On obtient facilement ce sel pur en mêlant une solution alcoolique d'iodure de potassium avec une solution de cyanure de mercure : il est de suite précipité et possède, desséché, une couleur blanche, et un éclat argentin qui le laisse à peine distinguer de l'argent métallique poli. Il ne contient point d'eau de cristallisation; chauffé dans un tube de verre, il se fond; du cyanogène se dégage, ensuite du mercure, et il reste de l'iodure de potassium. Les acides le décomposent en précipitant de l'iodure de mercure, et de l'acide hydro-cyanique devient libre. 1,320 gr. traités avec de l'acide hydro-chlorique étendu d'eau ont fourni 0,610 gr. d'iodure de mercure, 0,235 de chlorure de potassium = 0,515 gr. d'iodure de potassium, + 0,805 gr. de cyanure de mercure; il est donc composé de 2 atomes de cyanure et 1 atome d'iodure de potassium.

Une solution bouillante de nitrate de mercure, mêlée avec de l'iodure de potassium, filtrée et évaporée, dé-

pose pendant l'évaporation un sel double composé d'iodure de mercure et de nitrate de mercure en cristaux rouges, écailleux, très-brillans, qui se décompose quand on le fait bouillir avec de l'eau. Ce sel appartient à la classe de corps que M. Woehler a découverts.

Il sera difficile de classer ces sels d'après notre nomenclature actuelle, et, à ce qu'il me semble, on n'y parviendra pas mieux avec l'opinion de M. Bonsdorf. Quoique je croie que l'opinion de M. Bonsdorf diffère peu de celle émise par M. Berzelius sur les combinaisons doubles de l'acide fluorique et sur les sulfo-sels, celle-ci ne me semble cependant pas être conséquente, surtout à l'égard des combinaisons des cyanures électro-négatifs, avec les positifs; car le cyanure d'argent et celui de mercure se comportent avec le cyanure de potassium beaucoup plus comme acide, que le sulfure d'arsenic ne se comporte avec le sulfure de potassium.

J'ai publié dans un autre Journal (1) l'analyse d'un sel double particulier, qui est composé de 2 atomes de chlorure de magnésium, 1 at. de chlorure de potassium et 12 at. d'eau. D'après l'opinion de M. Bonsdorf, on devrait le nommer *chloro-magnésiure de calcium*. Je ne crois pas qu'on puisse considérer la combinaison de ce sel d'une autre manière qu'on a considéré jusqu'à présent la combinaison du sulfate de magnésie avec le sulfate de potasse. Sous ce point de vue, les combinaisons du chlorure de mercure avec des chlorures positifs sont des sels doubles semblables.

---

(1) *Archiv der gezamten Naturwissenchaft* de M. Kastner, t. IX, p. 316.

Mémoire *sur la Substance amère produite par l'action de l'acide nitrique sur l'indigo, la soie et l'aloès.*

Par M. Just. Liebig.

Sous le nom d'*amer d'indigo* et de *M. Welter* on désignait jusqu'à présent deux substances qui par leurs propriétés se rangent parmi les acides. Elles forment des sels qui détonent par la chaleur, et c'est cette propriété qui a donné occasion au travail suivant, commencé avec M. Gay-Lussac, mais qui a été interrompu par mon départ de Paris. Depuis deux ans j'avais repris ce travail; mais tous les résultats qu'il m'avait fournis jusqu'à présent ne méritaient pas d'être publiés.

C'est Hausmann (*Journal de Physique*, mars 1788) qui decouvrit le premier l'amer d'indigo, et après lui ce furent Fourcroy et M. Vauquelin (*Mémoires de l'Institut national*, T. vi) et M. Chevreul (*Annales de Chimie*, t. 72, p. 117), qui s'occupèrent particulièrement de son étude.

M. Chevreul prenait l'amer d'indigo pour une combinaison de l'acide nitrique avec une substance organique particulière. Il l'a obtenu sous forme d'une masse grenue d'un blanc jaunâtre et sous celle d'aiguilles de même couleur, qui produisaient avec la potasse un sel en aiguilles oranges, et avec l'oxide d'argent un sel qui, exposé à la chaleur, détonait. Il a aussi préparé cette dernière combinaison en faisant évaporer l'amer avec le nitrate d'argent.

Je me servis au commencement, pour préparer l'amer

d'indigo, de la méthode indiquée par M. Chevreul, et les résultats que j'en obtins ne différaient en rien de ceux que M. Chevreul a obtenus. Je traitai de l'indigo Guatimala par l'acide nitrique; la résine formée fut séparée de la liqueur et celle-ci évaporée. Pendant l'évaporation j'ajoutai de l'acide nitrique, tant qu'il se dégagea de l'acide nitreux, pour transformer l'acide d'indigo, qui se forme avec la résine, en amer. La liqueur, refroidie, déposa des cristaux feuilletés jaunes, qui, lavés avec de l'eau, colorèrent celle-ci en jaune et la rendirent laiteuse. Lorsque l'eau ne fut plus troublée, il resta un sel blanc qui, dissous dans l'eau, déposa, après le refroidissement, des cristaux d'acide oxalique.

L'eau mère qui restait après la première cristallisation avait une couleur rouge-jaunâtre foncée; mêlée à l'eau de lavage, il s'en sépara du tannin artificiel d'indigo en gouttes huileuses. La liqueur, séparée du tannin artificiel, fut chauffée à l'ébullition et neutralisée par le carbonate de potasse; après le refroidissement, il s'en déposa une grande quantité de cristaux jaunes en aiguilles, qui, cristallisés de nouveau et purifiés d'après la méthode de M. Chevreul, partageaient toutes les propriétés de la combinaison de l'amer avec la potasse qu'il a décrite.

La dissolution de ce sel, mêlée avec du nitrate d'argent et évaporée, fournit, après le refroidissement, de belles aiguilles d'un rouge-jaunâtre qui se dissolvaient difficilement dans l'eau et qui détonaient par la chaleur. 100 parties de ce sel ont donné par l'analyse 16,36 p. c. d'oxide d'argent. Une autre quantité de ce sel préparé

avec une nouvelle portion d'amer contenait sur 100 p. 13,22 d'oxide d'argent. Même avec les plus grands soins que je mis dans cette analyse, les résultats ne s'accordaient jamais, si j'avais employé, pour préparer le sel d'argent, l'amer d'une autre préparation, quoique faite exactement d'après la même méthode et purifiée avec les mêmes soins. Le sel d'argent chauffé au rouge avec de l'oxide de cuivre dégage du gaz acide carbonique et du gaz azote, et le volume du premier est à celui du dernier comme 8:1. Une portion nouvellement préparée de ce sel, traitée de la même manière, a donné 6,5 d'acide carbonique sur 1 d'azote; une autre, 17 d'acide carbonique sur 3 d'azote.

Ces résultats prouvent manifestement qu'en préparant cette substance d'après la méthode de M. Chevreul, sa composition variera toujours; et cela tient surtout à ce que la substance particulière qui se forme, ne peut d'aucune manière être entièrement séparée de la résine ou de la tannine artificielle formées en même temps et en quantité beaucoup plus considérable que l'amer.

Par le procédé suivant on peut obtenir cette substance toujours pure. On traite de l'indigo des Indes orientales (première qualité), grossièrement concassé, avec huit ou dix fois son poids d'acide nitrique d'une force moyenne, à une chaleur très-modérée. Il se dissout avec un fort dégagement de vapeurs d'acide nitreux et un boursoufflement très-considérable. Après que l'écume s'est reposée, on porte la liqueur à l'ébullition; puis on ajoute peu à peu de l'acide nitrique concentré, tant qu'il y a le moindre dégagement de va-

peurs rouges. Il se forme, après le refroidissement de la liqueur, une grande quantité de cristaux jaunes, demi-transparens; et si l'opération est bien faite, on n'obtient ni résine ni tannine artificielle. On lave les cristaux à l'eau froide, et on les fait bouillir avec une quantité d'eau suffisante pour les dissoudre. En cas qu'il y eût à la surface de la solution quelques gouttes huileuses de tannine, on les ôte soigneusement avec du papier joseph. De la liqueur filtrée et refroidie il se dépose des cristaux feuilletés, jaunes, brillans, et qui ne perdent point leur éclat par le lavage.

Pour obtenir cette substance tout-à-fait pure, on redissout les cristaux dans de l'eau bouillante, et on neutralise par le carbonate de potasse. Après le refroidissement il cristallise un sel de potasse qui doit être purifié par des cristallisations réitérées.

En mêlant la première eau mère avec de l'eau, il se produit un précipité brun considérable qui, étant lavé et dissous dans l'eau bouillante et ensuite neutralisé par du carbonate de potasse, donne encore une grande quantité de sel à base de potasse. On redissout tout le sel de potasse obtenu dans les différentes opérations, dans l'eau bouillante; on ajoute à la dissolution de l'acide nitrique, muriatique ou sulfurique, et après le refroidissement on voit cristalliser la substance particulière en feuillets très-brillans, d'un jaune clair, qui ont la plupart la forme des triangles équilatéraux.

Quelquefois on n'obtient pas des cristaux après le traitement de l'indigo par l'acide nitrique; dans ce cas, il faut ajouter de l'eau à la liqueur évaporée, qui produit un précipité duquel on sépare la matière particu-

lière de la manière indiquée. De 4 part. d'indigo on obtient 1 p. de cette substance pure.

Dissoute dans l'eau, cette substance rougit la teinture de tournesol; elle a un goût extrêmement amer; elle agit sur les oxides métalliques comme un fort acide, les dissout avec facilité en les neutralisant parfaitement et en formant des sels qui tous sont cristallisables. Chauffée sur une cuillère d'argent, elle se fond et se volatilise sans se décomposer; exposée à une chaleur forte et subite, elle s'enflamme sans explosion, ainsi que sa vapeur, en produisant une flamme jaune, et laissant pour résidu du charbon. Elle est peu soluble dans l'eau froide, mais beaucoup plus dans l'eau bouillante; sa dissolution prend une couleur plus intense que n'est celle de la substance même. L'éther et l'alcool la dissolvent facilement.

Fondue dans du chlore sec ou avec de l'iode, elle ne se décompose pas; le chlore liquide ne l'attaque pas non plus. A froid, l'acide sulfurique concentré n'agit pas sur elle; à chaud, elle s'y dissout; mais par l'addition de l'eau elle s'en précipite sans avoir subi aucune altération. L'acide hydro-chlorique bouillant n'exerce aucune action sur elle, et l'eau régale ne l'attaque qu'à peine.

Ces résultats prouvent qu'elle ne renferme point d'acide nitrique. Je citerai encore d'autres expériences qui démontrent l'absence d'un oxide d'azote quelconque. Elle ne renferme point d'acide oxalique ni d'autre acide organique; car, en faisant bouillir cet acide particulier, ou sa combinaison, avec la potasse, ou avec du chlorure d'or, il ne se fait point de précipité d'or métallique.

Mêlée avec de l'oxide de cuivre et chauffée au rouge dans un tube de verre, elle dégage un mélange de gaz qui, dans cinq expériences, contenait 20 p. d'azote et 100 p. d'acide carbonique. Une autre portion de cet acide préparé par la décomposition du sel de potasse par l'acide muriatique, et une autre portion précipitée du même sel par de l'acide sulfurique, ont aussi fourni, en les décomposant par l'oxide de cuivre, de l'acide carbonique et de l'azote dans le rapport de 5:1; l'oxide de cuivre qui restait après ces deux dernières expériences ne contenait ni acide hydro-chlorique ni acide sulfurique.

0,0625 gramm. de l'acide (0,004 loth poids de Darmstadt), décomposés avec de l'oxide de cuivre d'après le procédé connu, ont donné à 16°,1 c. et à 27$^{p.}$ 1$^{lig.}$,9 du baromètre, 49,2 centim. cub. de gaz, qui, réduits à 0° c. et à la pression de 28 pouc., donnent 45 cent. cub. L'acide est composé, d'après cette analyse, de :

		En 100 parties.
Carbone...	0,020245	32,3920;
Azote......	0,009509	15,2144;
Oxigène...	0,032746	52,3936.
	0,062500	100,0000.

Le poids de l'eau obtenue dans cette analyse était 0,0053 gr.; la perte du tube 0,076 gr.

Dans une autre expérience, 0,05469 gr. (0,0038 loth poids de Darmstadt) ont donné à 15°,1 c. et à 27$^{p.}$ 5$^{lig.}$,6 du baromètre, 41,1 centim. cub. de gaz; c'est à 0° c. et 28 p. du barom. 38,24 centimèt. cub. Calculant l'analyse d'après ces données, on obtient :

		En 100 parties.
Carbone...	0,017204	31,457;
Azote.....	0,008076	14,766;
Oxigène...	0,029410	53,777.
	0,054690	100,000.

L'acide renferme, d'après cette analyse, l'oxigène.......................... = 10;

$12\frac{1}{2}$	atomes de carbone	93,75	en cent parties	31,5128;
$2\frac{1}{2}$	d'azote	23,75		14,7060;
16	d'oxigène	160,00		53,7812.
Le nombre équivalent de l'acide est..		297,50		100,0000.

Les équivalens exprimés dans cette formule, quoique s'accordant bien avec la loi des proportions définies, mais non pas avec la théorie atomistique qui exclut les demi-atomes, je ne me suis déterminé à ne les admettre qu'après avoir constaté par des expériences réitérées que ces élémens ne se trouvent que dans les proportions indiquées. Parmi les analyses faites, la première, dont les résultats sont indiqués ci-dessus, diffère le plus, et l'autre le moins du résultat du calcul, et la différence même de la première n'est pas trop grande.

100 part. d'acide neutralisent une quantité de base dont l'oxigène est = 3,26, et qui est à l'oxigène de l'acide comme 1 : 16 : le nombre équivalent de l'acide est, d'après l'analyse du sel de baryte, = 306,3; en ajoutant à la quantité de baryte trouvée par l'analyse $\frac{1}{4}$ p. c. on aurait 297,5, c'est-à-dire le nombre exprimé par la formule.

Dans cette analyse, on a obtenu 0,0068 gr. d'eau, et dans toutes les autres, sa quantité ne surpassait pas celle-ci. Je n'ai pas compté l'hydrogène au nombre des élémens de cet acide, parce que l'eau n'était pas produite par la décomposition de l'acide, mais qu'elle provenait de l'oxide de cuivre, n'ayant malheureusement point de machine pneumatique à ma disposition.

Une quantité égale d'oxide de cuivre, traitée de la même manière et avec les mêmes soins que dans l'analyse du mélange, m'a toujours donné de l'eau, dont la quantité était tantôt plus, tantôt moins grande; mais il y a encore des motifs de théorie qui permettent de douter de la présence de l'hydrogène comme partie constituante de l'acide, si l'on a égard aux circonstances de sa formation, à sa manière de se comporter avec le chlore et avec le chlorure d'or.

L'azote étant au carbonne comme 1 : 5 et l'oxigène de la base des sels formés de cet acide étant à l'oxigène de l'acide comme 1 : 16, on peut déjà en conclure approximativement sa composition; cependant le rapport remarquable de l'azote au carbone, 1 : 5, ou 5 : 25, peut être démontré par des expériences directes. En effet, l'acide, décomposé avec l'oxide de cuivre, dégage de l'azote et de l'acide carbonique dans le rapport de 1 : 5 ou de 5 : 25 : d'une autre part, j'ai traité le sel de potasse et de baryte avec de l'oxide de cuivre de la même manière, et les dernières portions des gaz obtenus renfermaient 92 part. de gaz acide carbonique, et 20 d'azote; dans une autre expérience, on a obtenu 45 part. d'acide carbonique et 10 part. d'azote. Le rapport de l'azote au gaz acide carbonique est de 5 : 23,

et c'est justement ce rapport qu'on a dû obtenir, parce que la potasse et la baryte avaient dû retenir 2 part. d'acide carbonique.

Quand on mêle cet acide avec du chlorure de potassium, et qu'on le chauffe au rouge dans un tube de verre, il se dégage un mélange de gaz qui contient 19 vol. d'acide carbonique et 5 vol. d'azote; mais comme sans doute une partie de carbone manquant est changée en acide carbonique par l'oxigène de l'air dans l'intérieur du tube, et comme on ne peut pas déterminer avec sûreté si tout l'azote a été dégagé, ou si peut-être une partie était restée unie au carbone, on ne peut en rien conclure.

Les gaz qui se dégageaient dans ces différentes opérations ne contenaient ni du gaz oxide de carbone, ni de l'acide nitreux, ni aucun autre oxide d'azote. Pour m'assurer directement de l'absence de ces derniers, j'ai chauffé l'acide avec du chlorate de potasse, et j'ai fait passer le gaz, qui se dégageait et qui n'était nullement coloré, dans une solution de carbonate de potasse, mais je n'ai pu y découvrir le moindre dégagement d'acide carbonique, et le liquide ne contenait point d'acide nitrique. Pour pouvoir découvrir l'acide nitrique dans la solution, je me suis servi d'une méthode qui me paraît nouvelle, et à l'aide de laquelle on peut démontrer la présence de $\frac{1}{400}$ d'acide nitrique.

A cet effet, on mêle le liquide à examiner avec autant d'indigo qu'il en est nécessaire pour le colorer en bleu distinct; on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, et on chauffe à l'ébullition. Si le liquide contenait un nitrate, il sera décoloré, ou si sa quantité était moindre, la couleur bleue passerait au

jaune. En ajoutant au liquide un peu de muriate de soude avant de l'avoir chauffé, on découvrira encore facilement $\frac{1}{500}$ d'acide nitrique.

Pour préparer l'amer de Welter, on traite de la soie avec 10 à 12 fois son poids d'acide nitrique. Le liquide restant, peu coloré, prend une couleur d'un jaune foncé par addition de l'eau. On le neutralise à chaud par le carbonate de potasse : on laisse refroidir, et on sépare l'acide particulier du sel de potasse par l'acide nitrique, ou muriatique, ou sulfurique. Cet acide cristallise de la même manière que l'acide obtenu par le traitement de l'indigo ; il forme des sels qui ont la même forme, et partagent les mêmes propriétés avec ceux du dernier, et sa composition n'en diffère pas non plus ; la soie cependant fournit beaucoup moins de cet acide que l'indigo.

Je crois que le nom d'*acide carbazotique* (Kohlenstickstoffsäure) serait celui qui conviendrait le mieux à cet acide, d'autant plus qu'il exprimerait en même temps sa composition : j'aurais préféré le nom d'*acide amer* (Bittersäure) à tout autre s'il ne pouvait pas donner lieu à des confusions, puisqu'on a déjà donné ce nom à une autre substance, et parce qu'il peut encore y avoir d'autres acides qui pourraient former des sels amers.

Je passe maintenant à la description des combinaisons formées par cet acide avec quelques oxides, d'autant plus que je crois que leurs propriétés peuvent offrir quelque intérêt.

Carbazotate de potasse. Ce sel cristallise en longues aiguilles jaunes, quadrilatères, demi-transparentes, très-brillantes ; il se dissout dans 260 part. d'eau à 15° c.

Dans l'eau bouillante, il est beaucoup plus soluble: une solution concentrée bouillante se prend, en se refroidissant, en une masse jaune, formée d'une infinité d'aiguilles très-fines, entrelacées, desquelles l'eau ne s'écoule qu'avec peine. Quand ce sel cristallise d'une solution moins concentrée, les cristaux paraissent à la lumière réfléchie tantôt rouges, tantôt verts. Les acides forts le décomposent; cependant quand on verse dans une solution de nitrate de potasse de l'acide carbazotique dissous dans l'alcool, il se précipite, au bout de quelque temps, du carbazotate de potasse cristallisé; l'alcool ne le dissout pas. En chauffant peu à peu une petite portion de ce sel dans un tube de verre, il se fond, et peu après il se décompose avec une forte explosion; le verre se brise en mille morceaux, et on remarque sur les fragmens du verre du charbon. Ce sel précipite de la solution du nitrate de protoxide de mercure, du carbazotate de mercure; les sels de deutoxide de mercure, de cuivre, de plomb, de cobalt, de fer, n'en sont pas troublés, de même que les sels de chaux, de baryte, de strontiane, de magnésie. On obtient le carbazotate de mercure le plus pur en chauffant du carbazotate de protoxide de mercure avec une solution de chlorure de potassium, et en laissant refroidir le liquide séparé du proto-chlorure de mercure par la filtration. Le peu de solubilité de ce sel donne un moyen facile de reconnaître la présence de la potasse dans un liquide et de la séparer. J'ai pu même découvrir de la potasse dans la teinture de tournesol; car en versant quelques gouttes d'une solution alcoolique d'acide carbazotique dans de la teinture de tournesol, il se sépara, après quelque

temps, du carbazotate de potasse en cristaux. La solution de ce sel, faite à la température de 10° c., n'est pas troublée par le muriate de platine.

1,120 gram. de carbazotate de potasse, traités par de l'acide muriatique, ont donné 0,287 gr. de chlorure de potassium; par conséquent il est composé de :

83,79 acide carbazotique; 16,21 potasse. 100,00.	Le carbazotate de potasse ne contient pas d'eau de cristallisation.

Carbazotate de soude. Ce sel cristallise en aiguilles fines, déliées, soyeuses, d'un jaune clair; ses propriétés sont les mêmes que celles du carbazotate de potasse; mais il se dissout dans 20 à 24 parties d'eau à 15° c.

Carbazotate d'ammoniaque. Ce sel forme des cristaux très-longs, aplatis, très-brillans, d'un jaune clair. Il est très-soluble dans l'eau. Chauffé doucement dans un tube de verre, il se fond et se volatilise sans se décomposer; chauffé subitement, il s'enflamme sans explosion, et laisse pour résidu beaucoup de charbon.

Carbazotate de baryte. Il a été obtenu en chauffant du carbonate de baryte et de l'acide carbazotique avec de l'eau. Il cristallise en combinaison avec de l'eau en prismes quadrangulaires, d'une couleur foncée; il se dissout facilement dans l'eau. Chauffé, il se fond et se décompose avec une explosion extrêmement forte, et en produisant une flamme jaunâtre éblouissante. L'explosion est aussi forte que celle d'une presqu'égale quantité de flulminate d'argent.

0,426 gr. de sel anhydre ont donné, par l'analyse, 0,154 gr. de sulfate de baryte; une autre fois, j'ai ob-

tenu de 0,714 gr. de carbazotate de baryte 0,261 gr. de sulfate de baryte ; par conséquent, il est composé de

76,20 acide carbazotique ;
23,80 baryte.

100,00.

Une solution de chlorure de potasssium est troublée par le carbazotate de baryte ; il se précipite du carbazotate de potasse, et le liquide restant ne contient plus que 1 ½ p. c. de potasse.

100 parties de carbazotate de baryte cristallisé perdent, à 100° c., 9,24 p. c. d'eau ; il contient donc :

69,16 acide carbazotique.	Oxigène de l'acide =	16 ;
9,24 eau............	.........l'eau =	8 ;
21,60 baryte..........	.........baryte =	1.
100,00.		

Carbazotate de chaux. Obtenu comme celui de baryte ; prismes quadrangulaires, aplatis, très-solubles dans l'eau ; détone comme le sel de potasse.

Carbazotate de magnésie. Aiguilles indistinctes, très-longues, déliées, d'un jaune clair, très-solubles ; détone fortement.

Carbazotate de cuivre. Ce sel a été préparé par la décomposition du sulfate de cuivre et du carbazotate de baryte ; il cristallise difficilement, les cristaux sont d'un beau vert ; il est déliquescent ; chauffé, il se décompose sans explosion et même sans s'enflammer.

Carbazotate d'argent. L'acide carbazotique dissout facilement l'oxide d'argent quand on les fait chauffer

avec de l'eau. La solution, évaporée à une douce chaleur, donne des aiguilles très-déliées, d'un éclat d'or, qui sont groupées en étoiles. Il se dissout facilement dans l'eau. On ne peut obtenir ce sel que par l'évaporation de l'acide carbazotique ou du carbazotate de potasse avec du nitrate d'argent; chauffé à un certain degré, il ne détone pas, mais il fuse comme de la poudre à canon.

Carbazotate de protoxide de mercure. Il s'obtient en petits prismes triangulaires jaunes, en mêlant une solution bouillante de carbazotate de soude ou de potasse avec du nitrate de mercure également bouillant. Il demande plus de 1200 p. d'eau pour se dissoudre. Chauffé, il se comporte comme le sel d'argent.

Tous ces sels se décomposent avec une explosion beaucoup plus forte si on les chauffe en vase clos; ce qui pourrait bien amener quelques modifications dans la théorie de flulmination de M. Brianchon.

C'était pour moi une chose très-inattendue de voir que ceux des carbazotates qui ont pour base des oxides métalliques, abandonnent facilement leur oxigène, et ne détonent pas par la chaleur; tandis que la détonation des fulminates paraît dépendre en partie de l'oxigène de la base. J'ai supposé d'abord que dans la décomposition du sel de potasse, et particulièrement du sel de baryte, la forte détonation pourrait être produite par la formation de l'oxide de carbone, et je ne manquai pas de faire quelques expériences dans cette vue. Je mêlai du carbazotate de potasse, et une autre fois du carbazotate de baryte, avec du chlorure de potassium, et je fis chauffer ce mélange au rouge dans

un tube de verre ; mais le gaz dégagé ne renferma point de gaz oxide de carbone, mais seulement de l'acide carbonique et de l'azote.

On sait qu'en traitant beaucoup de substances animales par l'acide nitrique, il se forme une matière jaune, acide, amère, qu'on a souvent rangée avec l'amer d'indigo et de M. Welter dans la même classe. J'ai traité du blanc d'œufs, des copeaux de corne, etc., par l'acide nitrique, mais comme les résultats que j'ai obtenus sont les mêmes que ceux décrits par M. Berzelius il y quinze ans dans son excellent Mémoire sur la *Chimie animale*, je m'abstiens de les indiquer.

En distillant 8 parties d'acide nitrique sur 1 partie d'aloès, et en délayant le liquide restant avec de l'eau, il se précipite une substance résineuse jaune-rougeâtre, qui, par le lavage, devient pulvérulente ; elle a été découverte par M. Braconnot. En faisant évaporer le liquide qui reste après la séparation de ce précipité jusqu'à un certain point, il s'y forme de grands et larges cristaux rhomboïdaux superposés, jaunes, non transparens, peu solubles. J'ai pris d'abord ces cristaux pour une substance particulière, mais ils ne sont qu'une combinaison d'acide oxalique avec l'amer d'aloès.

La combinaison de l'amer d'aloès avec la potasse donne, par l'analyse, 5—6—8 p. c. de potasse. Si l'on traite cette combinaison par de l'alcool, il reste du nitrate de potasse, et l'alcool retient en dissolution une substance qui semble bien pouvoir se combiner avec la potasse, mais qui ne la neutralise pas, et ne forme plus des sels détonans.

L'amer d'aloès se dissout dans 800 parties d'eau à

15° c. L'eau chaude le dissout plus facilement. Cette solution a une couleur pourpre superbe. De la soie qu'on fait bouillir avec cette substance prend une très-belle couleur pourpre sur laquelle ni le savon, ni les acides n'exercent aucune action, excepté l'acide nitrique qui change cette couleur en jaune; mais elle reparaît aussitôt quand on lave les pièces dans de l'eau. Par des mordans convenables, on peut donner à cette couleur toutes sortes de nuances. La laine est teinte par le même procédé en noir d'une beauté particulière, et sur lequel la lumière n'a aucune influence. Le cuir prend une couleur pourpre, et le coton une couleur de rose, mais qui ne résiste pas au savon. J'ai fait quelques expériences avec cette matière dans l'espérance d'obtenir une couleur rose inaltérable par la lumière, et je me suis convaincu que si jamais on parvient à teindre la soie en rose solide, ce ne sera qu'à l'aide de cette substance.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 16 *avril* 1827.

M. Cazenave demande à déposer un paquet cacheté contenant la description d'un nouveau moyen de briser la pierre dans la vessie; M. Banque envoie des observations sur l'emploi de la teinture éthérée de poudre de feuilles de belladone, dans une hydrophobie spontanée et dans une colique violente; M. Sérullas adresse une

lettre pour prendre date au sujet de nouvelles observations qu'il vient de faire sur les cyanures ; M. Desgenettes se met sur les rangs pour la place d'académicien libre actuellement vacante.

M. Geoffroy Saint-Hilaire annonce qu'il résulte de nouvelles observations du docteur Barry, que l'air est plus comprimé dans l'œuf que dans l'atmosphère.

M. Cauchy lit un Mémoire sur l'Intégration des équations linéaires aux différences partielles.

M. Becquerel lit un Mémoire sur l'Electricité dégagée dans les actions chimiques, et sur l'emploi de très-faibles courans électriques comme moyen de provoquer la combinaison d'un grand nombre de corps.

M. Richard lit la Monographie des Orchidées.

M. Boullay lit le Mémoire sur les Iodures doubles qui fait partie du Cahier d'avril.

La Commission, nommée au scrutin, qui présentera des candidats pour la place d'académicien libre actuellement vacante, se compose de MM. Le Gendre, Fourier, Desfontaines, Thenard, Andreossy et Maurice.

Séance du lundi 23 avril.

M. Darnaud écrit que dans une partie de la Grèce qu'il vient de parcourir, on guérit l'hydrophobie en pratiquant des incisons profondes sous la langue du malade ; M. Vernière adresse des expériences sur les moyens d'arrêter l'empoisonnement causé par la morsure des animaux vénimeux.

M. Arago communique les résultats obtenus récemment par M. Despretz, concernant la loi de Mariotte.

M. Duméril rend un compte très-favorable des recherches anatomiques sur les labidoures, de M. Léon Dufour.

M. Bouvard présente un Mémoire renfermant une discussion nouvelle des observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris; quand le Mémoire sera imprimé, nous nous empresserons d'en donner un extrait si nous y découvrons d'autres résultats que ceux qui se déduisent à vue des tableaux insérés dans les *Annales* depuis 1816.

M. Boullay achève la lecture de son travail sur les iodures doubles.

M. Schlick, architecte danois, lit un Mémoire sur le passage souterrain que M. Brunel établit dans ce moment sous la Tamise.

M. Raspail donne lecture d'un extrait analytique de ses recherches physiologiques sur les graines et les huiles.

Séance du lundi 30 *avril*.

Un membre informe l'Académie que M. Ramond est dangereusement malade.

M. Ratienville annonce qu'une lessive de certaines plantes indigènes est propre à teindre les laines nuance bleu de roi, sans employer l'indigo; M. Denaix adresse un essai de géographie méthodique et comparative; M. Ostrogradsky, un Mémoire sur la propagation de la chaleur dans l'intérieur des corps solides; M. Pihorel, des observations sur la morsure des serpens à sonnettes.

M. Arago communique la Note de M. Savart qu'on trouvera dans ce Cahier.

M. Morin, pharmacien à Rouen, avait adressé à l'Académie l'Analyse d'une concrétion trouvée dans le cerveau d'un homme mort d'une gastrite aiguë. Suivant lui, cette concrétion était composée de *cholestérine*, d'*albumine coagulée*, de *phosphate* et de *carbonate de chaux*. Il résulte d'un rapport de M. Chevreul, que les expériences de M. Morin ne sont pas suffisantes pour qu'on puisse prononcer avec certitude sur l'existence de la cholestérine dans la concrétion.

M. Labillardière fait un rapport sur des observations de MM. Poiteau et Turpin concernant les directions particulières que prennent la radicule et la tige d'une plante mue circulairement; l'explication des deux auteurs rentre dans celle que M. Knight avait déjà donnée.

M. Cauchy rend compte d'un Mémoire de M. Roche sur le Mouvement de rotation des corps solides.

M. Poisson lit un Mémoire sur le Mouvement de rotation de la terre.

La Commission chargée de présenter des candidats pour la place d'académicien libre actuellement vacante, fait son rapport; les candidats sont :

M. le comte Daru, et par ordre alphabétique (*ex æquo*), MM. Cassini, Desgenettes, Lamandé et le général Rogniat.

Séance du lundi 7 mai.

L'Académie reçoit un Mémoire de M. Tabareau sur la rupture des appareils évaporatoires des machines à

feu ; un Ecrit intitulé : *Examen de l'ouvrage de M. Dutrochet sur l'agent immédiat du mouvement vital* ; une Note sur les effets de la sirène, par M. Cagniard de La Tour.

M. Freycinet lit une lettre des naturalistes attachés à l'expédition de M. Durville : elle est datée du port Jackson.

M. Arago communique un Mémoire qu'il a reçu de M. Boussingault, sur la composition de l'or natif argentifère.

M. Moreau de Jonnès lit une Dissertation sur la morsure des serpens à sonnette.

On procède à l'élection d'un académicien libre. Les deux premiers tours de scrutin ne donnent pas de résultat ; au troisième, M. Cassini réunit 31 suffrages et M. Daru 30.

MM. Arago et Dupin rendent un compte très-favorable d'un Cours de mécanique appliqué aux machines, rédigé par M. Poncelet.

M. Heurteloup lit un Mémoire sur la Lithotritie, dans lequel il rapporte plusieurs nouveaux exemples de guérison.

Séance du lundi 14 mai.

M. Cordier fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. Ramond.

M. Tabareau adresse un second Mémoire sur la rupture des chaudières des machines à feu ; M. Van-Hoorick annonce avoir découvert une nouvelle construction du

train, applicable à toutes sortes de voitures; M. Civiale réclame contre quelques assertions contenues dans le Mémoire lu à la dernière séance de l'Académie par M. Heurteloup; M. Raspail dépose un paquet cacheté; M. Marcel de Serres envoie un Mémoire de Géologie.

M. Arago lit une lettre que M. Despretz lui a écrite, et dans laquelle ce physicien rend compte de quelques expériences destinées à rendre visible la chaleur dégagée durant la compression des liquides.

M. Cléver de Maldigny, chirurgien militaire, lit un Mémoire; il en résulte qu'après avoir été taillé sept fois, la pierre s'étant reproduite une huitième fois, M. Cléver s'est déterminé à se soumettre aux opérations de la lithotritie; M. Civiale l'a traité avec un plein succès; les douleurs que la lithotritie occasione ne sont rien en comparaison de celles de la taille.

MM. Duméril et Fréd. Cuvier présentent le rapport demandé par le Ministre sur la mort du sieur Drack. Les conclusions sont que, de toutes les mesures de police, la seule complètement efficace serait la défense d'introduire en France des serpens venimeux vivans, en exceptant toutefois les espèces qui pourraient être envoyées dans l'intérêt du commerce ou pour l'avantage de la science, et cela sur la demande de personnes connues.

Une Commission composée de MM. Le Gendre, Poisson, Lacroix, Fourier et Poinsot, proposera une question de mathématiques pour le prix à décerner en 1829.

ANALYSE *d'une Variéte de fer spathique trouvée à Tinzen, Canton des Grisons (Suisse).*

PAR M. LASSAIGNE.

M. LEVRAT, propriétaire de différentes mines de fer situées dans plusieurs cantons de la Suisse, me remit dernièrement, entr'autres minéraux, un échantillon de fer spathique qui lui avait été adressé comme étant du fer carbonaté pur. Les caractères physiques que je trouvai à cet échantillon me faisant douter de ce qui avait été avancé à l'égard de ce minéral, je tentai d'en déterminer la composition par la voie de l'analyse.

Ce minéral est blanc, légèrement jaunâtre; il est cristallisé en rhomboïde; chauffé au chalumeau, il décrépite, devient plus opaque, jaunit et ensuite blanchit : si la calcination s'opère dans un tube de verre fermé par l'une de ses extrémités, on voit une grande quantité d'eau humecter les parois supérieures du tube. Lorsque le résidu de la calcination a été exposé quelque temps à une chaleur rouge obscure, dans un creuset de platine, il acquiert une saveur âcre; et lorsqu'on le délaie dans une petite quantité d'eau et qu'on plonge dans ce liquide un papier de tournesol rougi par un acide, il est ramené à sa couleur bleue. Sa densité, que nous avons déterminée à la température de 12° centig., s'est trouvée être de 2,927. Ce minéral diffère donc, sous ce rapport, du fer carbonaté, dont la densité est, d'après Kirvan, de 3,640 à 3,810.

L'acide hydro-chlorique affaibli dissout entièrement avec effervescence ce minéral. La dissolution qui est

incolore, évaporée à siccité, laisse un résidu qui se redissout ensuite dans l'eau sans abandonner aucune trace de silice. L'on remarque que pendant l'évaporation la dissolution hydro-chlorique se colore peu à peu, d'abord en vert et ensuite en vert-jaunâtre. Ces effets sont dus à la suroxidation du protoxide du fer qui a été dissous par l'acide hydro-chlorique. Il est facile d'en acquérir la preuve par la nature des précipités qu'y font naître les alcalis et le ferro-cyanate de potasse, ainsi que par la réduction du chlorure d'or.

Des essais préliminaires nous ayant démontré la présence de la chaux, de la magnésie et du protoxide de fer dans cette dissolution hydro-chlorique, nous avons cherché à estimer le rapport dans lequel ces trois bases pouvaient se trouver dans cette espèce minérale. La quantité d'eau a été calculée en chauffant au rouge obscur, dans une petite cornue de verre pesée, 10 grammes de ce minéral réduit en poudre. La moyenne de deux expériences nous a donné 22,13 de ce liquide pour cent parties.

Le résidu de la calcination a été dissous dans l'acide hydro-chlorique pur. La dissolution étant opérée, elle a été évaporée à siccité après y avoir ajouté une certaine quantité d'acide nitrique pour porter le protoxide de fer à l'état de peroxide.

L'ammoniaque versée dans la dissolution de ce minéral y a produit un précipité floconneux jaune-rougeâtre un peu pâle, formé de peroxide de fer et de magnésie. Cette dernière a été séparée en transformant ces deux bases en sulfates et en les exposant à l'action

de la chaleur dans un creuset de platine pour décomposer le persulfate de fer.

La chaux a été obtenue en précipitant par l'oxalate d'ammoniaque la liqueur surnageant le précipité formé ci-dessus. Après la précipitation de la chaux, la potasse caustique a encore éliminé une certaine quantité de magnésie qui a été réunie à la première. Enfin les rapports de ces différens oxides étant connus, nous avons calculé les proportions d'acide carbonique que chacun d'eux saturait pour représenter la composition de ce minéral, après toutefois avoir ramené le peroxide de fer à l'état de protoxide, comme il existe dans cette espèce minéralogique.

Il résulte de nos essais que cette variété de fer spathique est composée, savoir :

Carbonate de chaux.....	47,46;
Carbonate de magnésie...	19,33;
Proto-carbonate de fer...	11,08;
Eau..................	22,13.
	100,00.

Si nous cherchons à exprimer la composition atomique de ce minéral, nous trouvons qu'elle peut être représentée par les nombres suivans :

Proto-carbonate de fer...	1 atome.
Carbonate de magnésie...	3 at.
Carbonate de chaux.....	5 at.
Eau..................	13 at.

LETTRE *de M.* Houtou-Labillardière *à M.* Gay-Lussac *sur les Oxides de plomb.*

MONSIEUR,

J'AI l'honneur de vous adresser quelques observations sur le travail que M. Long-champ a publié dans le I[er] Cahier des *Annales de Chimie et de Physique* de cette année, sur le nombre des oxides de plomb, dans lequel ce savant chimiste regarde le minium ou deutoxide de plomb comme formé de 5 parties de protoxide et de 1 partie de tritoxide de plomb (résultat très-différent de ceux obtenus par MM. Berzelius et Thomson (1), qui considèrent cet oxide comme formé de parties égales de protoxide et de tritoxide), et sur une petite Note insérée à la suite du travail de M. Long-champ, dans laquelle on lui fait observer que le minium est un mélange très-variable de litharge et de minium à $1\frac{1}{2}$ d'oxigène.

Les chimistes que je viens de citer sont d'un mérite trop distingué et leurs travaux trop précis pour que je me permette d'élever des doutes sur les résultats qu'ils ont obtenus; mon but est plutôt de concilier les expériences et la manière de voir qui sont très-opposées, en indiquant le nombre réel des oxides de plomb et la composition du minium pur.

Un fabricant de minium, en démolissant un four dans lequel il préparait depuis long-temps cet oxide,

(1) THOMSON, *Principes de la Chimie.*

trouva sous la plaque de fonte dont ce four était garni et entre les briques, des masses assez volumineuses de minium cristallisé en paillettes, et d'une belle couleur rouge orangée; il eut la complaisance de m'en remettre plusieurs morceaux, desquels je détachai les parties les plus belles et les mieux cristallisées, que je soumis à l'analyse, en employant le moyen indiqué par M. Longchamp, qui consiste à traiter cet oxide par l'acide nitrique. J'ai obtenu constamment de 5 gram. de cet oxide sensiblement le $\frac{1}{4}$ de ce poids d'oxide puce. Ce minium étant cristallisé et homogène dans toutes les parties sur lesquelles j'ai opéré, je reste bien convaincu qu'il diffère de celui sur lequel MM. Berzelius et Thomson ont expérimenté, duquel ils ont retiré, par un traitement analogue, la moitié de son poids d'oxide puce, et je puis, si les expériences de ces Messieurs sont exactes comme je le suppose, conclure des miennes et de celles de M. Longchamp, qu'il existe deux oxides de plomb rouges, et que, d'après mon analyse, le minium cristallisé serait formé de

Litharge......	3	ou	75;
Oxide puce...	1	......	25;
			100;

et celui de MM. Berzelius et Thomson de

Litharge......	2	ou	50;
Oxide puce...	2	......	50;
			100;

et que le nombre des oxides de plomb serait, d'après

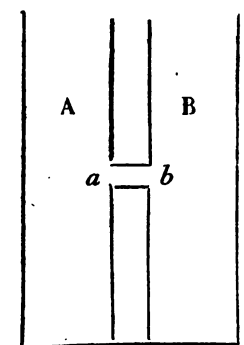
cela, de 4, sans y comprendre le résidu de la décomposition de l'oxalate de plomb par la chaleur.

J'ai l'honneur de vous adresser quelques-uns des morceaux de minium cristallisé, et d'être, etc.

Rouen, 25 avril 1827.

Note *sur des Effets qui peuvent être produits par la capillarité et l'affinité des substances hétérogènes;*

Par M. Poisson.



Supposons qu'on ait dans un vase deux liquides différens A et B, séparés l'un de l'autre par une cloison verticale, et dont les hauteurs soient en raison inverse de leurs densités, de sorte que les points *a* et *b* des deux faces de la cloison, situées dans un même plan horizontal, supportent des pressions égales et contraires; concevons, de plus, que la cloison soit percée d'un ou plusieurs trous d'un très-petit diamètre, ou, autrement dit, qu'elle soit traversée par un ou plusieurs canaux tels que *ab*, très-étroits, perpendiculaires à ses deux faces, et que nous regarderons d'abord comme étant remplis d'air ou d'un autre fluide.

Si la matière de la cloison exerce sur chacun des deux liquides une action supérieure à la moitié de celle de ce liquide sur lui-même, chaque liquide entrera

dans le canal *a b*, de la même manière qu'il s'élèverait au-dessus de son niveau dans un tube capillaire du même diamètre et de la même matière. Il y sera poussé en outre par l'excès de la pression qu'il exerce à l'extrémité du canal sur l'élasticité de l'air intérieur. Lorsque les deux liquides auront pénétré dans l'intérieur de *a b*, l'air se trouvera poussé des deux côtés en sens contraire par des forces dont chacune sera égale à la pression primitive, augmentée de la force capillaire correspondante, c'est-à-dire, augmentée d'une force proportionnelle, d'après la théorie connue de M. Laplace, au double de l'action du tube sur le liquide, moins l'action propre de ce liquide. Dans le cas unique où la force capillaire serait la même des deux côtés, l'air demeurerait donc en repos après avoir éprouvé une certaine compression; mais pour peu que cette force soit prépondérante à l'un des deux bouts du canal, l'air sera chassé du côté opposé, et le liquide, soumis à la plus forte action capillaire, remplira le canal entier.

Supposons que ce soit A, et considérons les forces qui agiront maintenant sur le filet *a b* formé de ce liquide.

A l'extrémité *a*, ce filet sera soumis à l'attraction du liquide extérieur A : à l'extrémité *b*, il sera attiré en sens opposé par le liquide B : or, les deux liquides étant différens, ces attractions seront inégales; et nous supposerons que celle de B sur la matière de A soit supérieure à l'attraction propre de A sur lui-même. Quant à l'action du canal sur le filet *ab*, elle sera égale, et s'exercera en sens contraires à ses deux extrémités; elle ne pourra donc pas s'opposer au mouve-

ment du liquide contenu dans le canal, ni contribuer à le mouvoir ; et il en sera de même à l'égard des pressions exercées en *a* et *b*, par les liquides extérieurs, tant qu'elles seront sensiblement égales : toutefois l'action du canal et ces pressions extrêmes, empêcheront le filet de s'interrompre, de sorte qu'il s'écoulera sans discontinuité dans le sens où il est sollicité par la plus grande attraction, ou de *a* vers *b*. Il résultera de cet écoulement une élévation du niveau du liquide B, par conséquent un excès de pression à l'extrémité *b* du canal, et cette élévation continuera jusqu'à ce que la différence des pressions en *a* et *b* soit égale à celle des attractions exercées par ces deux liquides sur le filet *ab* ; ce qui arrivera d'autant plus promptement que la cloison qui sépare les deux liquides sera percée d'un plus grand nombre de trous semblables à celui que nous venons de considérer.

Examinons encore ce qui aurait lieu si la cloison était formée de deux autres, de nature différente, mais exactement juxtaposées, qui n'exerceraient aucune action sur l'un des deux liquides, sur B, par exemple, et dont une seule agirait sur l'autre liquide.

Dans ce cas, le liquide B sera retenu dans la capacité qu'il occupe, par l'action qu'il exerce sur sa propre matière ; il ne pourra pas pénétrer dans le canal *ab*, de même que le mercure ne parvient pas à s'échapper par un trou capillaire pratiqué au tube d'un baromètre. Il en sera de même par rapport à A, quand la face de la cloison qui n'exerce pas d'action sur ce liquide sera tournée de son côté ; et, dans cette disposition, quel que soit le nombre de trous capillaires

dont la cloison soit percée, les deux liquides demeureront séparés, et conserveront leur niveau primitif. Mais si l'on retourne la cloison de manière que la face qui agit sur A soit en contact avec ce liquide, il pénétrera, en vertu de l'action capillaire, dans le canal *ab*; la vitesse que le liquide, poussé par cette force, acquerra pendant ce mouvement, pourra lui faire dépasser le point du canal où la cloison change de nature, et atteindre même l'extrémité où il aboutit dans le liquide B; en sorte qu'il sera possible que le liquide A remplisse en entier le canal *ab*, comme dans le cas que nous avons d'abord examiné. Cela étant, si nous supposons toujours l'attraction de B sur A supérieure à celle de A sur lui-même, le filet *a b* s'écoulera dans la capacité occupée par le liquide B, dont le niveau s'élèvera jusqu'à ce que l'excès de pression qui en résultera au point *b*, balance la différence des attractions exercées par les deux liquides en *a* et *b*.

J'ai écrit cette Note à l'occasion des phénomènes relatifs à l'absorption des membranes végétales ou animales, dont M. Dutrochet et M. Magendie ont entretenu l'Académie des Sciences dans l'une des séances d'octobre dernier. Je n'ai pas prétendu, cependant, en assigner une cause exclusive de toute autre, ni en donner une explication suffisante; mon but est seulement de faire voir que des effets qui ont du moins une grande ressemblance avec ces importans phénomènes, pourraient être produits par l'action capillaire, jointe à la différence d'affinité des substances hétérogènes, sans le secours de l'électricité en repos ou en mouvement.

P. S. Depuis que cette Note a paru dans le Journal de M. Magendie (N° d'octobre 1826), M. Dutrochet a annoncé à l'Académie des Sciences qu'il avait produit les mêmes phénomènes d'absorption avec des substances minérales, par exemple, avec une lame d'ardoise. L'organisation animale ou végétale n'étant plus nécessaire à leur production, l'opinion qui les attribue à une cause générale, telle que l'action capillaire, acquiert plus de probabilité; et c'est pour appeler de nouveau l'attention des physiciens sur cette explication, qu'on a jugé utile de réimprimer la Note précédente. P.

ANALYSE *de l'Eau de la Mer Morte.*

PAR Mr C. G. GMELIN.

LA densité de cette eau, à la température de 16° $\frac{1}{4}$, est de 1,21223.

Elle est composée de la manière suivante :

Chlorure de calcium......	3,2141 ;
Chlorure de magnésium...	11,7734 ;
Bromure de magnésium...	0,4393 ;
Chlorure de sodium......	7,0777 ;
Chlorure de potassium...	1,6738 ;
Chlorure d'aluminium....	0,0896 ;
Chlorure de manganèse...	0,2117 ;
Sel ammoniac...........	0,0075 ;
Sulfate de chaux.........	0,0527.
	24,5398.
Eau....................	75,4602.
	100,0000.

Le résidu que laisse l'eau par l'évaporation à siccité n'est que de 23,53 pour cent ; mais il se dégage vers la fin des vapeurs d'acide hydro-chlorique.

Ce résidu, traité par l'eau, a laissé de la magnésie qui, quoique bien lavée, a donné un précipité de chlorure d'argent après avoir été dissoute dans l'acide nitrique et mêlée avec le nitrate d'argent. La magnésie restée en dissolution avec l'acide nitrique a été transformée en sulfate et évaluée dans cet état.

La partie soluble du résidu laissé par l'évaporation de l'eau de la mer Morte a été précipitée par l'oxalate d'ammoniaque pour obtenir la chaux.

Après la séparation de la chaux, on a ajouté au liquide de l'acide sulfurique ; on a évaporé à siccité et chauffé au rouge. La masse saline restante était essentiellement composée de sulfate de soude et de sulfate de magnésie. Elle a été dissoute dans l'eau et précipitée par l'acétate de plomb pour connaître la quantité d'acide sulfurique.

D'une autre part, l'eau de la mer Morte contient du chlorure de potassium qui a été évalué au moyen du chlorure de platine, et qui a été changé en sulfate de potasse dans le traitement de la masse saline par l'acide sulfurique. Retranchant le poids de ce sulfate de celui de la masse saline, le poids restant est composé de sulfate de soude et de sulfate de magnésie, dont la proportion peut être déterminée d'après la quantité connue d'acide sulfurique qu'il renferme.

Après la précipitation de l'acide sulfurique par l'acétate de plomb, on a séparé l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, et on a évaporé jusqu'au rouge-blanc

dans un creuset de platine. Mais le creuset n'a été nullement attaqué, et ce caractère, réuni à plusieurs autres épreuves, a démontré que l'eau de la mer Morte ne contient pas de lithion.

La proportion de la magnésie a encore été déterminée d'une manière directe, en précipitant d'abord la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, et ensuite la magnésie par le carbonate de potasse en léger excès. La magnésie dissoute dans l'acide muriatique a donné avec l'ammoniaque un peu d'alumine. Elle contenait aussi un peu de manganèse qui en a été séparé. Enfin l'oxalate de chaux avait aussi entraîné un peu de ce métal.

On a obtenu directement la quantité d'alumine en ajoutant à l'eau de mer un excès de sel ammoniac, et en précipitant ensuite par l'ammoniaque.

Le liquide, séparé du précipité et débarrassé de l'excès d'ammoniaque, a été mêlé avec du cyano-ferrure de potassium. Le précipité était du cyano-ferrure de manganèse.

L'acide sulfurique contenu dans l'eau de la mer Morte a été évalué au moyen du chlorure de barium, et le chlore avec la dissolution d'argent.

Cette eau contient une quantité très-notable de brome qu'on peut rendre très-sensible, et séparer par le procédé de M. Balard, en le convertissant en bromure de potassium.

En l'évaporant à siccité et chauffant le résidu même jusqu'au rouge, il ne se dégage aucun gaz; preuve qu'elle ne contient aucun nitrate; ce qui est encore prouvé par l'inaltération d'une feuille d'or dans un mélange de cette eau avec l'acide muriatique. Le liquide distillé était

très-acide, avait une couleur jaunâtre, et exhalait une très-faible odeur de brome; il s'est coloré en jaune rougeâtre par le chlore, même avec l'addition d'amidon liquide, et on n'a aperçu aucun indice de bleu.

Une portion du liquide distillé, évaporé doucement à siccité, a laissé un résidu rougeâtre, qui avait une réaction acide, ne contenait pas d'ammoniaque, et qui s'est coloré par la dissolution de chlore.

Le résidu salin de la distillation de l'eau de la mer Morte ne contenait presque plus de brome. Il paraît résulter de là que c'est à l'état de bromure de magnésium que se trouve le brome dans l'eau de cette mer, au moins pour la plus grande partie.

Dans le col de la retorte on remarquait un sublimé cristallin, d'un blanc de neige, qui a été reconnu pour du sel ammoniac.

(Extrait des *Naturwissenschaftliche Abhandlungen.*)

Sur *le Bi-Sulfure de cuivre qui se forme actuellement au Vésuve.*

Par Mr N. Covelli.

Depuis l'époque de 1822, le Vésuve a conservé ce calme parfait qui a lieu ordinairement après les grandes éruptions; mais, pendant ce silence, les parties extérieures du volcan ne restent pas dans l'inertie. La surface intérieure du cratère, la pente occidentale et la pente orientale du cône présentent un grand laboratoire où les substances volcaniques exercent leur affinité sous l'influence d'une température plus ou moins élevée; et

comme la chaleur s'abaisse graduellement tous les ans, c'est dans la même proportion que les phénomènes chimiques diminuent.

En effet, les fumeroles de la pente occidentale du cône, établies sur les laves qui coulèrent de ce côté en 1822 et sur les matières incandescentes rejetées, étaient encore au rouge en 1823. A présent, une grande partie de ces petites cheminées volcaniques est éteinte, et celles qui sont encore chaudes ne s'élèvent pas à une température supérieure à 75° centig., et ne donnent que de l'eau distillée; tandis que la plupart des fumeroles de la pente orientale, établies sur des éjections bien plus abondantes, et plus près du centre d'explosion, se trouvent à une température beaucoup plus élevée, et travaillent encore à la formation d'une série de produits, dont plusieurs appartiennent à des espèces minéralogiques nouvelles. Ici il y a encore des fumeroles où se sublime le chlorure de plomb pur, en cristallisations blanches ou jaunes, qui se fondent dans les endroits plus chauds en forme de nacres, de gomme, de stalactites. Dans ce même lieu, l'acide hydro-sulfurique qui se fait jour de l'intérieur des fumeroles, réagit sur ce chlorure, et de là résulte le sulfure de plomb en petites écailles parsemées sur les scories. D'autres fumeroles produisent en même temps du cuivre oxidé, noir, en feuilles très-minces, souples, métalloïdes et très-éclatantes, par la réaction de la vapeur d'eau sur le chlorure de cuivre, à la température rouge, qu'on aperçoit en fouillant l'intérieur de ces fumeroles. A côté, se forme le per-oxide de fer écailleux métalloïde par la réaction de la même

vapeur sur le per-chlorure de fer à la même température; pendant que, plus loin, cette vapeur réagissant sur des mélanges de chlorure et de per-chlorure du même métal produit le fer oligiste en petits cristaux agrégés sur les scories. L'acide hydro-chlorique, qui résulte de ces réactions, et l'acide sulfurique qui se forme par la décomposition des hydro-sulfates et des sulfites, attaquent directement le fer, la chaux, le cuivre, l'alumine, la potasse, etc., des laves, des thermandites et des scories, et de là résultent d'autres productions qui garnissent les parois de ces fumeroles

A mesure qu'on se fraye un chemin dans l'intérieur du cratère pour faire des expériences auprès de ces fumeroles, l'on découvre d'autres produits qu'on n'a jamais aperçus au Vésuve. Mon illustre collègue, le chevalier Monticelli, d'après des échantillons qu'on lui avait apportés du cratère, avait jugé, avec sa pénétration non ordinaire, qu'il devait y avoir quelque chose de nouveau dans ce gouffre inaccessible jusqu'à ce moment, et il m'engagea à visiter les fumeroles de cette intéressante localité.

Je suis descendu, au mois de juillet, dans le cratère, et je me suis arrêté sur sa pente intérieure, à 300 pieds du bord de la grande échancrure orientale, par laquelle s'épancha le grand courant de lave qui menaça d'engloutir le village de Bosco-tre-case, en 1822. Les fumeroles qui m'ont arrêté ici montrent les plus belles cristallisations de chaux sulfatée en lames divergentes, nacrées, et de soufre. En fouillant dans l'intérieur de ces fumeroles, l'on trouve sur les scories une espèce d'enduit, de croûte ou de grumeaux qui n'ont

pas tous la même couleur, car ils offrent toutes les nuances du noir, du bleu et du vert mêlés ensemble. Quelquefois la même substance prend l'aspect de la toile d'araignée, ou de la suie, d'un noir terne, dans les cellules de ces scories. N'ayant jamais vu au Vésuve de productions semblables, j'en ai recueilli des échantillons pour les examiner soigneusement chez moi; mais il était nécessaire de connaître la nature des vapeurs qui s'échappent des fentes de ces fumeroles. Je condensai cette vapeur avec mon appareil distillatoire de verre, qui me donna, en une demi-heure environ, une demi-livre de liquide. La vapeur avait une très-légère odeur d'acide hydro-sulfurique et d'acide hydro-chlorique; elle rougissait le papier de tournesol, et brunissait le papier trempé dans l'acétate de plomb. La température de cette vapeur était dans une fumerole, de 70° cent.; dans l'autre 85°; mais en plongeant la boule du thermomètre à un demi-pied dans les thermandites, le mercure s'élevait à 90° cent. L'air extérieur, hors de l'influence de ces deux fumeroles, n'était qu'à 32° cent.; tandis qu'au bord du cratère, le thermomètre ne marquait que 18°; c'était 1 heure après midi.

Examen du liquide recueilli dans les fumeroles du cratère.

Ce liquide est incolore; il a une odeur sensible d'acide hydro-sulfurique, et rougit le papier de tournesol; il donne des précipités noirs avec les dissolutions de plomb, et il perd cette propriété par l'ébullition de quelques minutes : dans cet état, il forme un

précipité blanc caseux avec le nitrate d'argent, qui est soluble dans l'ammoniaque et insoluble dans l'acide nitrique. Evaporé à siccité, ce liquide ne donne pas de résidu, ni de sublimé. Ce même liquide, essayé de toutes les manières, n'a donné aucun indice d'autres substances; il n'était donc composé que d'eau tenant en dissolution un peu d'acide hydro-sulfurique et d'acide hydro-chlorique.

Examen de la substance noire.

Cette substance est d'un noir terne; elle a l'aspect d'un enduit ou de croûte attaché à la surface des laves et des scories; rarement elle se présente comme une espèce de toile d'araignée ou de suie dans les cellules des mêmes scories. Cette substance, traitée au chalumeau dans un tube ouvert aux deux bouts, brûle avec odeur d'acide sulfureux, et sa vapeur blanchit le papier de Fernambouc, et elle fond en une scorie noire. Cette scorie, traitée sur le charbon à la flamme intérieure du chalumeau, donne du cuivre métallique exempt de fer, car il n'a aucune action sur l'aiguille aimantée.

La substance noire est insoluble dans l'eau; elle se dissout dans l'acide nitrique avec effervescence et dégagement de vapeurs rouges; pendant l'opération, on voit une croûte d'un jaune brunâtre, surnageante, qui brûle avec une flamme bleue et une odeur d'acide sulfureux. La dissolution nitrique n'est qu'un mélange de sulfate et de nitrate de cuivre. La substance noire n'est donc qu'un sulfure de cuivre pur.

Pour déterminer les proportions des principes com-

posans de ce sulfure, d'après la méthode de M. Gay-Lussac, j'en ai dissout une quantité donnée dans l'eau régale; j'en ai précipité l'acide sulfurique par le moyen du muriate de baryte, et de la quantité du sulfate de baryte formé, j'ai déduit celle de l'acide sulfurique du sel et du soufre; j'ai soustrait le poids du soufre de celui du sulfure; ce qui m'a donné le poids du cuivre. De cette manière, je me suis assuré que ce sulfure est composé, dans 100 parties, ainsi qu'il suit:

		Atomes.	
Soufre...	32	159	2;
Cuivre...	66	83	1;
Perte....	2.		
	100.		

Ce qui montre que la substance en question n'est qu'un bi-sulfure de cuivre.

Examen de la Substance bleue et bleue-verdâtre.

Cette substance, au chalumeau, donne une flamme qui passe du bleu violâtre au vert, et elle fond en globules noirs, qui à la flamme extérieure se réduisent en cuivre métallique. Essayée dans le tube ouvert aux deux extrémités, la substance en question dégage de l'acide sulfureux. Elle se dissout en partie dans l'eau, où elle laisse un peu de sulfate et de muriate de cuivre. Avec l'acide nitrique elle se dissout presqu'entièrement avec dégagement de vapeurs rouges. L'on voit donc qu'elle n'est qu'un mélange de bi-sulfure de cuivre et de sulfate et hydro-chlorate de ce métal.

Si l'on réfléchit à la nature de la vapeur des fumeroles où se produit ce bi-sulfure de cuivre, pur ou mé-

langé de sulfate et hydro-chlorate de ce métal, l'on s'aperçoit que cette nouvelle substance minéralogique se forme par la réaction de l'acide hydro-sulfurique sur les sulfates et hydro-chlorates des mêmes fumeroles. Et ce genre de production confirme les proportions données par l'analyse, parce que, comme l'on sait, les sulfures produits par l'action réciproque de l'acide hydro-sulfurique et des sels, sont des sulfures simples ou des bi-sulfures, selon que la base est un protoxide ou un deutoxide : or, c'est précisément le deutoxide de cuivre qui forme au Vésuve les sels de ce métal.

Variétés du Bi-Sulfure de cuivre.

1. Arachnoïde, noir terne; dans les cellules des scories et des laves.
2. Incrustant, noir, terreux; sur les scories ou laves.
3. Incrustant, bleu foncé, terreux, *épigène;* produit par la décomposition partielle du sulfate de cuivre exposé à l'action de l'acide hydro-sulfurique.
4. Incrustant, bleu-verdâtre, terreux, épigène; qui se forme sur le muriate de cuivre.

Gisement.

Le bi-sulfure de cuivre du Vésuve se rencontre dans les fumeroles du cratère, où il se forme par la réaction de l'acide hydro-sulfurique sur le sulfate ou sur le muriate de cuivre. Il y est accompagné par le soufre, le sulfate de chaux en lames nacrées divergentes, et par le muriate et le sulfate de cuivre, qui offrent les divers passages au bi-sulfure de ce métal.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	à midi.
1	758,86	+17,0		758,40	+21,0		757,30	+23,2		757,76	+16,2		+23,2	+14,4	Légers nuages.	O. N. O.
2	757,32	+18,8		756,73	+21,1		755,83	+21,8		755,80	+17,3		+22,1	+10,9	Quelq. petits nuages.	N.
3	755,36	+20,2		755,35	+23,0		754,05	+23,6		754,68	+14,6		[illegible]	+13,2	Très-nuageux.	S. O
4	756,20	+13,0		755,60	+17,4		754,17	+18,1		753,47	+14,0		+18,5	+10,3	Nuageux.	N. O.
5	751,91	+19,7		752,14	+20,0		751,27	+18,0		749,54	+11,3		+21,0	+10,6	Eclaircies.	S O.
6	744,20	+13,8		741,64	+15,6		741,47	+19,3		743,60	+14,8		+19,3	+13,0	Pluie fine.	S. O.
7	747,53	+16,0		747,45	+16,5		747,68	+11,7		748,30	+11,0		+16,2	+ 9,7	Eclaircies, tonnerre.	S. O.
8	750,18	+ 8,8		751,50	+ 9,3		751,75	+ 8,9		752,10	+ 8,1		+ 9,5	+ 8,1	Couvert.	N. N. O.
9	751,20	+10,2		750,75	+14,0		749,95	+15,0		750,10	+10,5		+15,0	+ 7,5	Couvert.	E. N. E.
10	750,33	+13,8		749,44	+16,0		748,12	+14,1		747,47	+13,0		+17,5	+ 6,8	Très-nuageux.	N. N. E.
11	748,30	+ 9,7		750,17	+13,2		751,57	+13,2		751,46	+ 9,7		+13,2	+ 9,7	Couvert.	N. O.
12	756,83	+ 9,6		756,53	+10,8		755,86	+13,0		755,48	+10,5		+13,0	+ 8,0	Couvert.	N. fort.
13	751,29	+ 8,7		750,94	+ 9,2		750,53	+ 9,4		750,66	+ 8,5		+ 9,4	+ 8,5	Couvert.	N.
14	751,52	+ 9,5		751,47	+10,9		751,73	+11,3		752,62	+ 9,5		+11,3	+ 8,0	Pluie très-fine.	O. N. O.
15	753,08	+14,5		752,78	+15,6		752,13	+15,6		750,70	+11,5		+16,5	+ 9,0	Couvert.	S. O
16	745,85	+19,5		744,60	+19,6		743,85	+13,8		746,22	+10,3		+21,1	+ 9,8	Légèrement couvert.	S. E.
17	748,90	+18,0		748,55	+19,4		747,66	+20,7		747,26	+16,0		+21,2	+ 7,2	Très petits nuages.	S. E.
18	750,68	+16,3		750,43	+17,3		749,26	+20,8		749,88	+13,0		+20,8	+13,0	Couvert.	S.
19	754,70	+15,0		755,54	+18,7		755,56	+18,4		757,32	+14,5		+18,7	+11,7	Petites éclaircies.	O. N. O.
20	756,96	+18,0		756,38	+19,5		756,00	+20,1		756,50	+14,4		+20,1	+11,0	Eclaircies.	N. N. E.
21	758,27	+16,0		758,30	+19,7		758,44	+21,2		760,25	+16,0		+21,2	+13,2	Très-nuageux.	N. O.
22	761,75	+17,2		761,22	+20,3		760,44	+19,8		759,70	+11,8		+20,3	+13,0	Petites éclaircies.	O. N. O.
23	757,70	+15,5		756,88	+18,0		755,43	+19,0		753,73	+15,5		+20,2	+13,5	Nuageux.	N. O.
24	745,37	+17,0		742,70	+15,9		741,83	+10,5		744,53	+ 9,1		+17,0	+ 9,1	Pluie très-fine.	S.
25	745,16	+12,2		744,47	+16,4		744,14	+16,6		744,38	+10,7		+16,6	+ 6,5	Nuageux.	S. O.
26	745,13	+15,3		745,20	+15,8		745,50	+15,3		747,27	+11,0		+16,1	+ 9,0	Très-nuageux.	S. O.
27	750,28	+15,7		751,07	+15,0		751,75	+14,0		752,70	+13,0		+15,8	+10,0	Quelq. petit. éclaire.	O.
28	754,45	+18,3		755,46	+18,8		755,55	+21,3		756,26	+15,0		+21,3	+13,1	Couvert.	O.
29	755,82	+20,5		755,18	+23,7		754,06	+23,0		753,64	+18,4		+24,5	+11,2	Quelques nuages	S.
30	755,37	+22,5		755,02	+23,8		752,78	+23,6		751,56	+20,5		+25,3	+13,3	Quelques éclaircies.	S. S. O.
31	751,73	+23,7		752,43	+24,5		752,70	+22,7		754,15	+17,2		+24,5	+16,0	Nuages.	O. S. O.
1	752,31	+15,1		751,90	+17,4		751,16	+17,4		751,29	+13,1		+18,8	+10,5	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	751,81	+13,9		751,74	+15,4		751,41	+15,6		752,11	+11,8		+16,5	+ 9,6	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 11,620
3	752,82	+17,6		752,54	+19,3		752,06	+18,8		752,56	+14,4		+20,2	+11,6	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 10,045
	752,33	+15,6		752,07	+17,4		751,56	+17,3		752,01	+13,1		+18,6	+18,6	Moyennes du mois,	+ 14,6.

De *l'Électricité dégagée dans les actions chimiques, et de l'emploi de très-faibles courans électriques pour provoquer la combinaison d'un grand nombre de corps.*

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 16 avril 1827.)

PAR M. BECQUEREL.

Chapitre Ier.

De l'Électricité dégagée dans les actions chimiques.

§ Ier. *Considérations générales.*

Se dégage-t-il ou non de l'électricité par le seul fait de l'attraction moléculaire, au moment où deux corps se combinent? Telle est la question qui occupe maintenant les physiciens, et que je croyais avoir résolue affirmativement, quand j'appris que M. Davy avait lu à la Société royale de Londres, le 8 juin dernier, un Mémoire ayant pour titre : *Relations qui existent entre les actions électriques et les actions chimiques*, et dont le but était de prouver que le jeu des affinités, au moment de la combinaison de deux corps, ne donnait lieu à aucun dégagement d'électricité; que celui qui avait été observé pendant l'action d'un acide sur un métal ne provenait que du contact de ce métal avec l'oxide qui se formait à sa surface, et que la combinaison d'un acide avec un alcali ne donnait aucun signe d'électricité. Une lecture attentive de ce Mémoire me prouva que M. Davy s'était proposé de réfuter, sur tous les points, les recherches que j'avais faites sur le même

sujet. Je sentis sur-le-champ combien il était difficile de combattre les opinions d'un savant qui jouit d'une réputation européenne, et dont le nom seul était une autorité; aussi ma première pensée fut un doute sur toutes mes observations. Mais animé par le désir d'éclaircir une question qui intéresse si vivement les sciences physiques et chimiques, j'ai répété mes expériences; je les ai modifiées de manière à rendre plus apparens les résultats qu'ils m'ont donnés, et j'ose croire qu'ils pourront servir à fixer les idées sur un point fondamental de la théorie électro-chimique.

Sans entrer dans l'examen des découvertes importantes dont M. Davy a enrichi depuis plus de vingt ans la théorie électro-chimique et qui lui ont attiré l'admiration du monde savant par les applications heureuses qu'il en a faites, je me bornerai à rappeler les faits suivans qu'il regarde comme les bases de sa théorie, parce que c'est de ce point que je suis parti pour commencer mes recherches.

« Les substances acides et alcalines qui peuvent exis-
« ter sous la forme solide et sèche s'électrisent par leur
« contact avec les métaux; ainsi les acides oxalique,
« succinique, etc., parfaitement secs, soit en poudre,
« soit en masse, posés sur une plaque de cuivre, pren-
« nent l'électricité négative et communiquent au métal
« l'électricité positive, etc. »

Parmi les substances qui se combinent chimiquement, toutes celles dont les énergies électriques sont bien connues manifestent des états électriques opposés; ainsi le cuivre et le zinc, l'or et le mercure, le soufre et les métaux, les substances acides et alcalines, don-

nent des exemples conformes à ce principe. Le savant chimiste anglais en tire la conséquence qu'en supposant deux corps, dont les molécules sont dans un état électrique différent, et que ces états soient assez exaltés pour produire une force attractive supérieure au pouvoir de l'agrégation, il y a combinaison, d'où résulte une élévation de température, produite par la combinaison simultanée des deux électricités qui disparaissent aussitôt.

Suivant cette théorie, les états électriques de deux corps en contact sont exaltés par la chaleur, jusqu'au moment où la combinaison s'opère; mais j'ai déjà démontré, par des expériences rigoureuses, qu'il n'en est pas toujours ainsi, car les effets de contact, dans certains corps, peuvent quelquefois changer de signe avec l'accroissement de température, indépendamment de toute altération des surfaces de contact. Cette particularité, sur laquelle je reviendrai, est trop importante pour que je n'en fasse pas mention ici, puisqu'elle prouve que les effets électriques qui se manifestent dans les actions à petites distances ne sont pas aussi simples qu'on l'a d'abord cru.

M. Davy avance dans son Mémoire que, lorsqu'on introduit en même temps, dans une dissolution d'hdrosulfure de potasse, deux morceaux identiques de cuivre poli, il ne se manifeste aucune action électro-chimique; mais que si l'introduction a lieu successivement, le phénomène est très-distinct, et la pièce de métal, plongée la première, devient négative et l'autre positive, et que ce résultat, qui est dû à la production d'une combinaison nouvelle, négative par rapport au

métal, ne doit pas dépendre d'une condition aussi simple qu'elle le paraît d'abord, et qu'on doit le rapporter aux arrangemens contenant deux substances métalliques distinctes et un liquide.

Ainsi, d'après M. Davy, et ce qui ne peut lui être contesté, la couche superficielle de sulfure qui recouvre le cuivre est négative par rapport an métal; le cuivre, à l'état de protoxide, est négatif, non-seulement par rapport au cuivre métallique, mais encore avec un sulfure.

La dissolution d'hydro-sulfure de potasse avec les alliages de plomb, d'étain et de fer, présentent les mêmes phénomènes, à l'intensité près.

Le zinc, le platine et les métaux, qui n'exercent point d'actions chimiques sur les dissolutions d'hydro-sulfure, ne présentent aucun phénomène de cette espèce; tandis que l'argent et le palladium, qui agissent puissamment dessus, produisent des effets très-marqués.

La production des courans électriques, à l'aide d'un seul métal et d'un seul fluide, se présente, suivant M. Davy, toutes les fois qu'il se forme, dans l'action chimique, de nouvelles substances capables d'adhérer aux métaux.

Ainsi, dans les dissolutions acides d'une certaine force, des morceaux du même zinc, étain, fer et cuivre, donnent lieu à des phénomènes semblables; la surface métallique plongée la première dans l'acide, étant ternie ou recouverte d'une couche légère d'oxide, devient négative par rapport au métal introduit subséquemment.

Les métaux nobles eux-mêmes obéissent à ces lois lorsqu'ils sont attaqués par des acides.

Tels sont les principaux résultats que j'ai extraits du Mémoire de M. Davy, et dont je suis bien éloigné de contester l'exactitude, puisque je les avais observés aussi en partie de mon côté. Mais était-ce bien là la marche à suivre pour prouver qu'il n'y avait aucune électricité dégagée pendant l'action chimique? N'était-il pas plus convenable de prendre les faits les plus simples, que d'observer des phénomènes composés, comme ceux que je viens de citer, qui, étant dus à plusieurs causes, laissent dans l'incertitude sur celle qui prédomine. Dès-lors il devient impossible d'assigner la part que chacune d'elles peut avoir à leur production.

Cette philosophie me semble plus appropriée à la nature des recherches sur l'électricité, où tout ce qui s'y rapporte est encore couvert d'un voile mystérieux.

M. Davy a cherché aussi à reconnaître les effets électriques qui se manifestent dans l'action d'un acide sur un alcali, l'un et l'autre à l'état liquide; mais ses essais ne lui ayant rien donné de satisfaisant, il n'a pas poussé plus loin ses recherches, soit en augmentant la sensibilité de ses appareils, soit en cherchant les causes qui s'opposaient à leur manifestation. Dans ce Mémoire, je me suis seulement occupé de montrer ce qui se passe pendant la combinaison des acides avec les alcalis ou les oxides; me proposant de faire connaître plus tard les effets électro-chimiques produits dans l'action des acides sur les métaux, indépendamment de toutes actions électro-motrices.

Je dois avouer d'abord avec franchise que, lors des

premières expériences que j'ai publiées sur les phénomènes électro-chimiques, j'ai négligé les effets électromoteurs des liquides sur les agens employés; mais peu à peu je m'en suis préservé, et déjà, dans la *Chimie* de M. Thenard, tome v, on peut voir que j'y avais eu égard. Je fis connaître plus tard, dans les *Annales de Chimie* (tome xxviii, page 27 et suiv.), un procédé qui permettait de les négliger (et dont je me servirai dans les recherches qui font l'objet d'une partie de ce Mémoire).

Le multiplicateur dont je me suis servi est extrêmement sensible. Il est formé de dix fils de cuivre, recouverts chacun de soie et enroulés tous ensemble autour de la boîte de l'appareil. Ces dix fils communiquent tous, à chacune de leurs extrémités, à un seul fil que l'on met en communication avec l'un des corps soumis à l'expérience. On adapte ensuite un système de quatre aiguilles aimantées, fixées d'une manière invariable, dans une position parallèle, à une tige très-fine en bois. Deux de ces aiguilles, ayant le même pôle en regard, sont placées dans l'intérieur de la boîte, et les deux autres, ayant aussi leur même pôle dans un sens opposé au précédent, se trouvent, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de cette même boîte. Au moyen de cette disposition, l'action du magnétisme terrestre est à-peu-près nulle, et le serait même tout-à-fait si les aiguilles étaient parfaitement identiques; mais comme il reste une force directrice excessivement faible, et que les aiguilles reçoivent chacune une action convenable, de la part du courant, pour faire dévier le système dans le même sens, l'appareil se trouve avoir acquis une sensibilité très-grande.

On est sans doute étonné de me voir employer dix fils, au lieu d'un seul dix fois plus pesant, lorsqu'on sait qu'un courant qui parcourt un fil et en rencontre plusieurs autres de diamètres égaux, se divise également dans chacun d'eux; de sorte qu'il ne passe pas plus d'électricité dans tous ces fils que dans le fil simple. Mais j'ai cru m'apercevoir que l'effet électro-magnétique produit par les dix fils est plus grand que lors qu'il n'y en a qu'un seul.

Une précaution indispensable est de garantir de tout contact de liquides acides ou alcalins, la surface des fils de platine qui servent à recueillir les életricités; car il pourrait en résulter un courant étranger à celui qui provient de l'action chimique : une seule goutte suffit pour produire cet effet.

Il faudra donc toujours tenir dans le même liquide les deux lames de platine qui terminent le fil de l'appareil, afin qu'elles se trouvent constamment dans le même état, au moment de l'expérience.

§ II. *Des Effets électriques résultant du contact des oxides ou autres composés avec les métaux, et de ces derniers avec les dissolutions de sel neutre.*

Il est admis en théorie que les oxides d'un métal sont négatifs par rapport à ce métal, mais on ne l'a pas encore prouvé d'une manière directe. On n'a pas démontré non plus quels étaient les effets électro-moteurs entre les métaux et les dissolutions de sel neutre, bien que M. Davy ait admis en principe que le cuivre soit positif par rapport à l'eau de mer ou à une dissolution d'hydro-

chlorate de soude ; ce qui l'a conduit à découvrir un procédé ingénieux pour préserver ce métal de la corrosion de l'eau de mer. Cependant, avant de se livrer à des recherches électro-chimiques, il est indispensable d'étudier les différens modes d'action dont je viens de parler, afin de pouvoir s'en garantir au besoin.

On prend deux capsules de porcelaine remplies de la même dissolution de sel neutre, de nitrate de potasse, par exemple, et on les fait communiquer ensemble avec une mèche d'amiante. Si l'on plonge dans chacune d'elles une lame de cuivre fixée à l'un des bouts du fil du galvanomètre, il n'y aura aucun effet électrique, puisque tout est semblable de part et d'autre (les surfaces ayant été préalablement décapées) ; mais si l'on répand du protoxide ou du deutoxide de cuivre sur une des lames, il se manifeste aussitôt un courant électrique, dont le sens indique que le métal est positif par rapport à son oxide. Ce procédé, que je me borne seulement à indiquer, peut servir à déterminer non-seulement la nature de l'action électro-motrice des oxides, des sulfures sur un métal quelconque, mais encore leurs rapports réciproques.

Qant à la détermination des effets électro-moteurs des métaux dans leur contact avec les dissolutions salines, on peut opérer ainsi : soient deux capsules de porcelaine, dont l'une contient une dissolution saturée d'hydro-chlorate de soude, et l'autre une dissolution du même sel très-étendue d'eau ; on les fait communiquer ensemble avec un tube recourbé, rempli de la dernière dissolution. Si l'on plonge ensuite dans chacune d'elles une lame de cuivre bien décapée et en communication avec l'ap-

pareil, il est bien évident que de chaque côté l'action électro-motrice sera la même à l'intensité près, et que là où est la dissolution concentrée, elle sera la plus forte. On aura donc une différence d'effets qui indiquera l'espèce d'électricité que le cuivre aura prise dans son contact avec la dissolution de sel marin. L'expérience prouve qu'il est négatif, résultat inverse de celui qui avait été supposé devoir exister par M. Davy. Or, comment se fait-il qu'en rendant le cuivre plus négatif on l'empêche d'être attaqué par l'eau de mer? c'est ce qu'il est difficile d'expliquer maintenant. Il se passe là des phénomènes électriques qui ne sont pas aussi simples que la théorie paraissait l'indiquer, et qui se lient à ceux que l'action chimique développe. J'avais déjà signalé ce résultat dans un de mes précédens Mémoires.

La dissolution de nitrate de potasse est également positive par rapport au cuivre, et il est probable qu'un grand nombre de dissolutions de sels neutres donnent un résultat semblable.

On ne peut pas attribuer cet effet à la présence d'un nouveau composé qui se formerait subitement sur la lame de cuivre, qui plonge dans la dissolution la plus saturée; car si l'on change les lames de capsule, le sens du courant change aussitôt, ce qui n'aurait pas lieu s'il s'était formé une couche de chlorure ou d'oxide. Quand bien même ces couches existeraient, comme elles sont négatives par rapport au métal, les effets électriques seraient alors inverses de ceux donnés par l'expérience.

§ III. *Des Effets électriques développés dans l'action d'un acide sur un alcali ou un oxide.*

M. Davy n'a trouvé aucun effet électrique lorsqu'il a fait agir un acide quelconque sur une dissolution alcaline. Le procédé qu'il a adopté est à peu près le même que celui que j'ai décrit dans les *Annales de Chimie*, tom. XXVIII, pag. 27, lequel consiste à plonger les deux lames de platine qui terminent le fil du galvanomètre chacune dans une capsule de porcelaine remplie d'une dissolution conductrice de l'électricité ; de placer entre elles deux autres capsules, dont l'une contient un acide et l'autre une dissolution alcaline, puis de les faire communiquer ensemble avec des mèches d'amiante. Cette disposition ne lui a donné aucun résultat, parce qu'il s'est servi d'une dissolution de sel neutre et de lames de platine, condition, comme nous le verrons plus loin, qui s'oppose au succès de l'expérience.

Dans le mode que j'ai adopté, les deux capsules extrêmes étaient en platine au lieu d'être en porcelaine, afin de recueillir le plus possible de l'électricité dégagée, et je les ai remplies d'acide nitrique ou d'acide hydro-chlorique, et non d'une dissolution de sel neutre, comme l'a fait M. Davy, pour la raison que j'exposerai ci-après; puis j'ai fait communiquer la première et la deuxième, la troisième et la quatrième avec des tubes recourbés d'un très-petit diamètre, remplis le premier du même acide que celui des capsules, et l'autre d'une dissolution légère de sel marin ou de

nitrate de potasse. Voici les résultats que j'ai obtenus. Avec l'acide nitrique et une dissolution de soude, on a d'abord eu une déviation de 6 à 7°; si l'on augmente l'intensité de l'action chimique en mettant des fragmens de soude dans la dissolution, de manière qu'ils touchent à l'acide, la déviation va jusqu'à 15° et souvent plus. Le sens du courant indique que l'acide s'empare de l'électricité positive, résultat inverse de celui que donne le simple contact quand il n'y a pas action chimique. Les acides sulfurique et hydrochlorique conduisent aux mêmes conséquences; néanmoins je dois faire observer qu'au moment où la combinaison commence, le courant suit souvent une direction opposée; mais si l'on augmente, comme précédemment, l'intensité de l'action chimique, le courant diminue, devient nul, puis change de signe. Ce changement, dans les effets électriques, tient peut-être aux impuretés qui se trouvent quelquefois sur l'amiante et qui déterminent des actions chimiques particulières.

Quant aux oxides métalliques le résultat est le même que dans la combinaison de l'acide nitrique avec la potasse ou la soude, si ce n'est que les effets sont moins marqués. Le mode d'expérience est aussi le même: au lieu de la dissolution de potasse, on verse dans la capsule qui la renfermait, une dissolution de sel neutre, et l'on répand de l'oxide sur la mèche d'amiante qui communique avec la capsule où est l'acide.

Pour rendre encore plus évidens les courans que manifestent les actions chimiques, je prends la liberté de rappeler à l'Académie les expériences que j'ai faites sur

les phénomènes qui accompagnent la décomposition de l'eau oxigénée avec une éponge de platine (1).

On fixe une cuiller de platine à l'nne des extrémités d'un galvanomètre très-sensible, et à l'autre une éponge aussi en platine. Dans la cuiller, on verse de l'eau renfermant 7 à 8 fois son volume d'oxigène et on y plonge l'éponge; au même instant il y a autour d'elle une vive effervescence produite par le dégagement de l'oxigène, puis un courant électrique (en suivant le circuit) qui va de l'eau oxigénée ou de la cuiller à l'éponge, comme s'il y avait une action chimique. Ce courant est uniquement dû à la décomposition de l'eau oxigénée, car le platine de la cuiller et celui du fil, éprouvant le même mode d'action par le contaet du liquide, les effets électro-moteurs se détruisent de part et d'autre.

Voilà un des exemples les plus frappans que l'on puisse citer en faveur de la doctrine que je soutiens. Tels sont les principaux résultats qui prouvent d'une manière incontestable que, pendant l'action chimique, il y a réellement manifestation d'effets électriques, qu'on ne doit pas attribuer à la réaction électrique des métaux sur les oxides qui se forment à leur surface. Mais ne pourrait-il pas se faire que ces effets provinssent quelquefois de l'action de la nouvelle combinaison sur l'alcali, l'oxide ou le métal qui la produite, et cela au moment même de sa formation; c'est ce qu'on ne peut dire encore. De nouvelles expériences éclairciront cette question délicate, qui paraît avoir quelque fondement, d'après les faits que je rapporterai dans le chapitre suivant.

---

(1) *Annales de Chimie*, t. XXVIII, p. 21.

Dans le contact des corps, les actions électro-motrices croissent-elles avec l'élévation de température, jusqu'à l'instant de la combinaison, comme on l'a avancé? La réponse est affirmative pour un grand nombre de corps, dont le fer ne fait pas partie; car j'ai démontré d'une manière rigoureuse que dans un circuit formé de deux fils, l'un de fer et l'autre de cuivre ou d'un autre métal, si l'on élève la température d'une des soudures, l'autre étant à zéro, ces effets électriques qui ont alors lieu sont uniquement dus à l'accroissement de température, et peuvent servir par conséquent à indiquer les modifications apportées par la chaleur dans les effets électro-moteurs du cuivre et du fer, indépendamment de l'oxide qui se forme sur leurs surfaces, puisque les deux fils sont soudés. Or, voici ce que l'expérience donne : depuis o jusqu'à 140° environ, l'intensité du courant croît de la même quantité pour chaque accroissement égal de température; à partir de 140° cet accroissement diminue assez rapidement, et à 300°, il est à peine sensible. Si l'on continue à élever la température, ce courant diminue en suivant peut-être la même loi, devient nul, puis change de signe. Ce résultat remarquable que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans un de mes derniers Mémoires, joint à ceux dont j'ai parlé plus haut, ne peuvent guère cadrer avec la théorie électro-chimique telle qu'on l'a conçue jusqu'à présent

M. Marianini, qui s'est occupé de recherches sur l'influence de la température dans les actions électro-motrices, n'a pas envisagé la question sous le même point de vue que je viens de le faire; car il ne s'est pas ga-

ranti des effets résultant de la présence des oxides que son mode d'expérimenter faisait naître ; ensuite il n'a point été conduit au même résultat.

CHAPITRE II.

De l'Influence de l'électricité à petite tension pour déterminer la combinaison ou la formation de certains corps.

§ Ier. *Considérations générales.*

Les rapports entre les forces chimiques et les forces électriques se sont tellement multipliés par les découvertes qui ont été faites depuis quelques années, que les recherches des physiciens doivent se diriger naturellement sur cette branche importante de nos connaissances. C'est en se garantissant surtout de l'esprit de système dans des phénomènes aussi composés, que l'on peut espérer d'arriver à des résultats qui jetteront quelque jour sur les grands phénomènes de la nature.

De nombreuses expériences ont déjà montré comment, avec de très-petites forces électriques convenablement employées, on pouvait déterminer ou arrêter certaines actions chimiques ; mais elles ont été faites la plupart dans un but particulier, et non dans celui de provoquer des affinités entre certains corps, là où jusqu'à présent la chimie n'a pu les faire naître, par les moyens dont elle dispose ordinairement.

Il faut d'abord voir ce qui arrive lorsqu'un courant électrique très-faible parcourt un circuit métallique, interrompu par une dissolution de sel neutre, dans la-

quelle plongent les deux bouts du fil qui forme ce circuit, parce qu'une disposition semblable se répétera toujours dans les expériences dont il sera question ci-après.

Je prends deux fils de cuivre d'un petit diamètre, que je fais communiquer ensemble au moyen de deux anneaux passés l'un dans l'autre; les deux bouts libres sont joints à ceux du fil du galvanomètre; puis je coupe le circuit en un point, et je plonge les deux extrémités détachées dans une dissolution d'hydro-chlorate de soude. Maintenant, si l'on porte au rouge avec une lampe à alcool la température d'un des anneaux, il se manifeste aussitôt un courant électrique tel, que l'anneau, qui a été chauffé, fournit l'électricité négative; mais si l'on termine chaque bout qui plonge dans la dissolution saline par un fil de platine, le courant est nul; il en est de même avec des fils d'or. Avec des fils d'argent le courant est très-faible, tandis qu'avec des fils de zinc, de plomb, de fer, d'étain, etc., le courant est très-énergique. Ces effets remarquables, qui sont très-importans pour les phénomènes dont je m'occupe, ne tiennent nullement à la conductibilité des métaux; car le plomb et le zinc, qui sont les plus mauvais conducteurs, sont ceux qui avec le cuivre donnent les effets les plus marqués. Le courant cesse aussitôt que la lampe est enlevée.

Or, comme le zinc, le cuivre, le plomb et le fer appartiennent à la classe des métaux oxidables, je conclus que dans un circuit métallique, interrompu par une dissolution saline lorsqu'on y fait naître les deux électricités (à très-petite tension) en un point quel-

conque, *il y a courant électrique ou non, suivant que les deux bouts de fil semblables, qui plongent dans la dissolution, appartiennent à un métal oxidable ou à un métal non oxidable.* Cette propriété remarquable, sur laquelle je reviendrai dans un prochain Mémoire, nous explique pourquoi M. Davy n'a pas trouvé d'électricité dans la combinaison des acides avec les alcalis; car les deux lames de platine qui recueillaient ces électricités, plongeant dans les dissolutions de sel marin, il ne devait y avoir manifestation d'aucun courant électrique. Mais si l'on remplace cette dissolution par un acide, il n'en est plus de même, parce que cette espèce de liquide n'interrompt pas le courant.

Depuis le travail de M. Berzelius sur les sulfo-sels, on a dû penser que tous les sels d'un même genre pouvaient se combiner ensemble, au moins deux à deux. Aussi plusieurs chimistes, et entr'autres M. Boullay, se sont-ils livrés avec succès à des recherches de ce genre, dont je n'ai pas connaissance. De mon côté, je m'en suis occupé aussi, mais dans un but beaucoup plus général, comme on pourra le voir par les applications nombreuses auxquelles j'ai été conduit, et en n'employant que des forces électriques.

J'avais d'abord eu l'intention de traiter avec quelques détails cette question, mais je m'aperçus bientôt que le travail, pour être complet, exigeait des analyses chimiques et des développemens que le temps ne m'a pas permis de faire; je me bornerai donc, dans ce Mémoire, à indiquer la méthode que j'ai suivie.

La plupart des composés que j'ai obtenus, cristallisent parce qu'ils se forment lentement et que rien

ne tend à troubler l'arrangement régulier que cherchent à prendre les molécules. Par exemple, on conçoit que si un composé insoluble se forme insensiblement au milieu d'une dissolution d'un sel qui a de la tendance à s'unir avec lui, au lieu de se précipiter, il se combinera et il pourra en résulter peu à peu des cristaux de sel double.

Il est bien certain que les forces électriques dont je me servirai pour cela ne peuvent provenir que d'actions électro-motrices ou d'électricité dégagée pendant les actions chimiques; car il est impossible d'opérer des décompositions ou des combinaisons sans se servir simultanément des deux espèces d'électricités émanant d'une source continue. Mais la difficulté consiste dans le choix de ces forces, dont le degré d'énergie est la cause principale des phénomènes. Ce degré est-il considérable, vous isolez tous les élémens; est-il très-faible, vous n'enlevez qu'un, deux, trois de ces élémens, suivant leur nature. On conçoit donc qu'il est de la plus haute importance d'étudier l'influence que doit avoir un courant électrique plus ou moins faible pour déterminer telle ou telle action chimique; car il est infiniment probable que la nature, dans les phénomènes de décomposition et de recomposition qui s'opèrent journellement sous nos yeux, et dont le temps est un des élémens, n'emploie pas d'autres forces que celles dont nous parlons, ou du moins ce sont celles dont elle dispose le plus souvent, comme nous en avons déjà quelques exemples. Des recherches de ce genre doivent donc avoir de l'intérêt pour les minéralogistes et les géologistes qui se livrent à l'étude des corps que recèle

notre planète, et des changemens ou altérations qu'ils éprouvent avec le temps par leur contact avec certaines masses.

On peut employer deux procédés différens pour déterminer la combinaison de certains corps ; le second est plus fécond en applications que l'autre, et j'en parlerai le dernier.

§ II. *Combinaison des Chlorures.*

On n'a fait jusqu'à présent que peu de recherches sur la combinaison des chlorures entr'eux, à part celles cependant de M. Boullay fils, que ce jeune chimiste a annoncées à l'Académie. On sait que lorsqu'on plonge quelques métaux dans certaines dissolutions d'hydrochlorate avec le contact de l'air, il se forme des sels doubles qui cristallisent difficilement ou point du tout.

Soit un tube recourbé en U, de 1 à 2 millim. de diamètres, au fond duquel on place un tampon d'amiante, pour empêcher le mélange des liquides contenus dans chaque branche ; dans l'une on verse une dissolution de sulfate de cuivre mélangé avec une certaine quantité de deutoxide de même métal qui va au fond, et dans l'autre une dissolution de l'hydro-chlorate que l'on soumet à l'expérience avec du même sel non dissous : prenons d'abord le sel marin ; l'on établit la communication avec une lame de métal, que je suppose être du cuivre ; bientôt le bout qui est plongé dans la dissolution de sulfate se recouvre de cuivre à l'état métallique ; l'acide sulfurique mis à nu et qui ne va pas à l'autre pôle, comme je l'ai déjà démontré, se porte sur l'oxide qui

est au fond du tube, en dissout une partie, d'où résulte une nouvelle décomposition par l'action permanente de la petite pile; de sorte qu'il s'opère de ce côté une suite non interrompue de décompositions et de recompositions; et comme tous ces effets ont lieu lentement, les cristaux de cuivre qui se forment finissent par acquérir un certain volume, qu'ils ne prennent pas quand l'action de la pile est plus considérable.

Dans l'autre branche du tube, voici ce qui se passe : une partie de l'hydro-chlorate de soude est décomposée, l'acide hydro-chlorique se porte sur le cuivre qui s'est oxidé, comme étant à l'état positif, et donne naissance probablement à un oxi-chlorure qui se combine avec le chlorure de sodium; il se forme alors peu à peu sur la lame de cuivre des cristaux octaèdres. Ce phénomène s'opère avec ou sans le contact de l'air, comme on peut le voir en fermant hermétiquement les deux ouvertures du tube.

Ces cristaux bien secs, renfermés dans un tube scellé à la lampe, n'éprouvent aucune altération; mais aussitôt leur contact avec l'eau, ils se décomposent, et l'on obtient de l'hydro-chlorate de soude et un sous-muriate de cuivre.

Ces cristaux, quand on prolonge l'expérience pendant un mois ou deux, éprouvent des changemens assez remarquables : ils sont d'abord incolores et bien limpides, deviennent violets, et finissent par prendre une teinte verte d'émeraude, sans perdre leur transparence.

Quelle est la cause de ces changemens? Je l'ignore encore; l'analyse seule peut nous l'apprendre; mais pour l'instant je me borne à décrire les moyens d'expé-

rience et quelques-unes des propriétés physiques des composés qui en résultent.

D'après l'explication que j'ai donnée plus haut, l'hydro-chlorate de soude se trouvant décomposé, une certaine quantité de soude doit être mise à nu ; on peut s'en convaincre effectivement en mettant dans la dissolution une légère infusion de choux rouge, car elle ne tarde pas à changer de couleur.

Quand un morceau de cuivre est plongé dans une dissolution de sel marin, on n'obtient seulement qu'un sous-hydro-chlorate de cuivre qui se précipite au fond du vase.

L'argent et la dissolution de chlorure de sodium donnent également une combinaison. On emploie toujours le tube recourbé, et l'on verse dans chaque branche une dissolution d'hydro-chlorate de soude, puis, dans l'une, on plonge un fil de platine, et dans l'autre un fil d'argent, que l'on fait communiquer ensemble par leurs extrémités libres afin de former un couple voltaïque. L'expérience est abandonnée à elle-même pendant quelques mois ; au bout de quinze jours, on commence à apercevoir sur le fil d'argent des cristaux qui augmentent peu à peu de volume, et offrent une forme rhomboïdale avec des facettes additionnelles. Ces cristaux ne sont pas encore assez gros pour que l'on puisse déterminer exactement leur système cristallin. Ils jouissent de la propriété de n'éprouver aucune altération dans l'eau. Leur composition n'est pas encore déterminée ; mais il est probable que c'est un double chlorure d'argent et de sodium. Ces cristaux changent également de couleur ; ils prennent une teinte violette, puis bleue.

Le plomb et l'étain ont été soumis aux mêmes expériences que le cuivre, ce qu'on a fait en substituant au cuivre une lame d'un de ces deux métaux, et versant dans une des branches du tube, une dissolution de sulfate de cuivre, et dans l'autre une dissolution d'hydro-chlorate de soude. Il y a eu aussitôt précipitation du cuivre sur le plomb ou l'étain, d'où est résulté un couple voltaïque. On a obtenu, comme avec le cuivre, des doubles chlorures.

Hydro-chlorate d'ammoniaque et Métaux.

Une dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque substituée à celle d'hydro-chlorate de soude, dans l'expérience précédente, produit avec le cuivre, sans le contact de l'air, une combinaison double qui cristallise en octaèdre, dont les arêtes ou les angles sont tronqués. Mise en contact avec l'eau, il en résulte de l'hydro-chlorate d'ammoniaque et un sous-hydro-chlorate de cuivre qui se précipite. Ces cristaux, en continuant l'expérience quelque temps, finissent par prendre une teinte violette semblable à celle de l'améthiste.

On obtient une semblable combinaison en laissant à l'air libre une lame de cuivre dans une dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque ; mais alors l'air est nécessaire ; car, si l'on ferme le tube hermétiquement, il ne se produit rien.

Ce qui se passe ici se conçoit facilement puisque, dans le petit appareil galvanique fermé hermétiquement, l'oxigène seul étant transporté au pôle positif du fil de cuivre qui plonge dans la dissolution de sel marin,

remplace celui qui est fourni par l'air dans le cas où une lame de cuivre est en contact avec une dissolution de sel ammoniac à l'air libre.

Souvent il arrive, sans que l'on en connaisse la cause et quoique le tube soit fermé avec soin, qu'il se forme deux combinaisons; l'une dans la partie supérieure, qui cristallise en beaux cristaux bleus hexaèdres, terminés par des pyramides quadrangulaires; et l'autre, dans la partie inférieure qui est celle dont nous venons de parler. Ces deux espèces différentes de cristaux, mises en contact avec l'eau, donnent les mêmes produits. J'examinerai dans un autre Mémoire en quoi diffèrent ces deux composés qui paraissent se former en même temps et dans les mêmes circonstances.

L'argent, le plomb, le zinc, etc., avec le sel ammoniac, produisent également de doubles chlorures en les soumettant aux mêmes expériences que le cuivre.

Hydro-chlorate de baryte et métaux disposés comme ci-dessus.

L'hydro-chlorate de baryte et de plomb n'agissent l'un sur l'autre que très-lentement, mais au bout de quinze jours il se forme au tour du plomb une grande quantité de cristaux soyeux, qui, mis en contact avec l'eau, donnent de l'hydro-chlorate de baryte et un sous-hydro-chlorate de plomb.

§ II. *Combinaison des Iodures.*

La méthode que je viens d'exposer peut servir à combiner les iodures métalliques insolubles avec les iodures

des métaux alcalins. Prenons le plomb. On verse dans une des branches du tube, une dissolution de sulfate de cuivre et dans l'autre, l'hydriodate de potasse ou de soude; puis l'on plonge dans chacune d'elles le bout d'un fil de métal, de plomb par exemple; d'un côté il y a précipitation de cuivre, et de l'autre formation assez rapide d'un double iodure de potassium ou de sodium et de plomb, qui cristallise en longs filamens soyeux. Ce double iodure est décomposé par l'eau, qui produit l'iodure de plomb et de l'hydriodate de potasse ou de soude. Cette expérience réussit avec un tube de 5 à 6 millimètres de diamètre.

Le cuivre, placé dans les mêmes circonstances, donne naissance à un précipité abondant blanc.

Le fer, l'argent, l'or n'offrent rien de particulier. Je ferai observer à cet égard que les combinaisons dont il est ici question ne doivent pas exiger toutes, pour se former, une tension électrique de même intensité. Ce n'est que par des essais multipliés que l'on parviendra à déterminer le degré de tension qui convient dans chaque cas.

Au surplus, le but que je me suis proposé dans ce Mémoire a été d'indiquer seulement comment on pouvait combiner certains corps entre eux au moyen de l'électricité; il suffit pour cela de quelques exemples.

J'ai dit plus haut qu'on pouvait employer deux procédés pour former les combinaisons; le premier ayant été décrit, il reste à parler du second, dont les résultats sont nouveaux. Voici sur quel principe il est fondé.

Le contact d'un métal avec les oxides ou un oxide

appartenant à un autre métal, produit une action électro-motrice. Il résulte de là que si l'on prend un tube fermé à l'une de ses extrémités, que l'on mette dedans un oxide quelconque, puis un liquide et une lame de métal qui touche l'un et l'autre, on aura action électro-motrice du métal sur l'oxide et du liquide sur chacun de ces deux corps. L'effet chimique qui aura alors lieu proviendra de la résultante de ces trois forces, et comme on ne connaît pas leurs rapports mutuels, il est impossible de prévoir d'avance ce qui arrivera; l'expérience seule peut l'apprendre; dans la nature, des cas semblables doivent se représenter continuellement, car je ne fais rien autre chose ici que de mettre tous les corps en contact deux à deux avec toute espèce de liquide comme nous en avons continuellement des exemples sous les yeux; dès-lors je dois reproduire les phénomènes que l'on observe sur la terre ou dans son sein; du moins j'expose la méthode qui peut y conduire.

Je vais donner quelques exemples de ce mode d'action. Je prends trois tubes fermés à l'une de leurs extrémités, de 2 à 3 millimètres de diamètre; dans le premier, on met une petite quantité de protoxide de plomb, dans le deuxième du deutoxide, et dans le troisième du tritoxide; on verse ensuite dans chacun d'eux une dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque, puis l'on plonge dedans une lame de plomb qui touche et l'oxide et la dissolution. Dans le tube où est le protoxide, il se précipite sur la lame du plomb à l'état métallique; dans le deuxième, il y a des effets chimiques peu marqués, et dans le troisième, qui renferme du trit-

oxide, il se forme une grande quantité d'un double chlorure de plomb et d'ammoniaque, qui cristallise en aiguilles sur la lame de plomb.

Voilà donc des effets différens, selon que l'on emploie du protoxide, du deutoxide ou du tritoxide de plomb.

Pour qu'il y ait précipitation du métal, il faut que la lame de plomb soit l'extrémité négative d'une pile; mais, d'une part, cette lame est positive par rapport au protoxide; de l'autre, elle fournit l'électricité positive à la dissolution de sel ammoniac dans son contact avec elle, comme on peut le voir au galvanomètre; par conséquent, dans aucun de ces deux cas, le plomb ne peut être le côté négatif d'une pile. Il ne reste plus que l'action électro-motrice de la dissolution sur le protoxide; mais on ne voit pas comment elle pourrait l'emporter sur les deux autres; car en général les effets électro-moteurs sont plus grands entre les liquides et les métaux, qu'entre les liquides et les oxides.

Ainsi, on ne peut pas expliquer comment s'opère la réduction de l'oxide, qui doit être d'abord dissous par la dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque, et ensuite décomposé par la lame de plomb. C'est encore un de ces mystères qu'il n'est guère possible de pénétrer.

Quant au phénomène qui se passe avec le tritoxide de plomb, on le conçoit : le plomb étant plus positif avec le tritoxide qu'avec le protoxide, cette action peut l'emporter sur les autres ; alors il devient positif, décompose l'hydro-chlorate d'ammoniaque, et donne nais-

sance ainsi à un double chlorure, comme je l'ai exposé précédemment. La liqueur devient alcaline, ce qui indique de l'ammoniaque mise à nu. Les cristaux sont également décomposés par l'eau, qui retient l'hydrochlorate d'ammoniaque et en sépare un sous-hydrochlorate de plomb qu'on n'a pas encore examiné.

L'hydro-chlorate de soude, substitué à celui d'ammoniaque dans l'expérience, donne des résultats à peu près semblables, c'est-à-dire que ce protoxide de plomb jouit de la propriété, dans son contact avec une lame de plomb et une dissolution de sel marin, d'être réduit par la lame.

Le cuivre, avec ses oxides et les dissolutions d'hydrochlorate de soude, de potasse, d'ammoniaque, etc., donne des résultats également curieux. Avec la dissolution d'hydro-chlorate de soude, dans un tube fermé, il ne se manifeste aucun phénomène particulier; tandis qu'avec la dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque et sans le contact de l'air, il se forme des doubles chlorures, dont les cristaux, qui finissent par se colorer en jaune, prennent un assez grand accroissement, et n'affectent pas la même forme que ceux obtenus par le premier procédé.

Ce qu'il y a de remarquable dans cette expérience, c'est que le deutoxide de cuivre non hydraté noir, reprend peu à peu sa couleur bleue, de sorte que l'hydrate paraît se reformer sous l'influence des effets électriques développés par le contact du cuivre avec son deutoxide et la dissolution de sel ammoniac.

Le cuivre, son deutoxide et une dissolution d'hydrochlorate de deutoxide de mercure, donnent naissance à

un double chlorure qui cristallise en lames ayant l'aspect métallique.

Le principe que j'indique ici peut servir aussi à faire cristalliser des oxides.

Que l'on mette dans un tube fermé à l'une de ses extrémités une dissolution de nitrate de cuivre, de la poussière très-fine de charbon, ou même du deutoxide de cuivre qui ira au fond et une lame de cuivre, et que l'on ferme l'autre extrémité ; au bout d'une quinzaine de jours, on apercevra sur la lame de cuivre des petits cristaux octaèdres, rouges, transparens, de protoxide de cuivre. Voilà donc un moyen de faire cristalliser un oxide. Dans l'espoir d'obtenir les mêmes résultats avec d'autres métaux, j'ai soumis à l'expérience le plomb, le zinc, l'étain, l'argent, le platine; comme le temps est un des élémens nécessaires à la production de ces composés, j'ignore encore ce qui arrivera. Je ne vois pas comment on peut expliquer ce phénomène : ce qu'il y a de certain, c'est que le fait existe.

J'ai observé encore un grand nombre de faits curieux que je pourrais rapporter ici ; mais je me suis proposé seulement, dans la seconde partie de ce Mémoire, de montrer comment on pouvait faire naître des actions chimiques, la plupart inconnues, par l'emploi seul des forces électriques. Dans un travail où tout est nouveau, il m'a été impossible de saisir d'abord les lois qui lient les phénomènes ; ce n'est qu'en multipliant les expériences, coordonnant les résultats, que l'on parviendra à s'en rendre compte et à les présenter d'une manière méthodique ; je me borne aujourd'hui à indiquer la marche à suivre pour y parvenir, persuadé qu'elle peut

ouvrir aussi un vaste champ de recherches aux chimistes et aux minéralogistes qui s'occupent de l'histoire de nòtre globe.

IIe Note *sur les Pouzzolanes naturelles et artificielles.*

Par M. Girard,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Les recherches chimiques auxquelles beaucoup de savans distingués se sont livrés, pour connaître la cause des propriétés dont jouissent les pouzzolanes volcaniques et artificielles, n'ont pas abouti jusqu'aujourd'hui à donner une théorie passable d'un phénomène pourtant si commun dans les arts; peut-être cela tient-il à ce que les circonstances de ce phénomène n'ont pas été appréciées à leur juste valeur. Ce qui distingue en effet les pouzzolanes des autres substances terreuses, c'est seulement la propriété d'acquérir un certain degré de dureté lorsqu'on les mélange intimement avec de l'hydrate de chaux grasse, et qu'on tient le composé sous l'eau pendant un temps plus ou moins considérable. On appelle mauvaises pouzzolanes celles qui, dans ces circonstances, donnent un produit qui n'atteint jamais qu'une dureté médiocre, ou plutôt celles qui exigent un mois et plus pour faire corps. Tout le phénomène qu'il s'agit d'expliquer, consiste donc, comme on voit, dans le *degré de dureté obtenu au*

bout d'un temps donné. Or, on sait que la dureté n'est pas au nombre des propriétés qui, dans la nature, peuvent distinguer génériquement une substance. Les mêmes quantités des mêmes élémens donnent lieu à une foule de corps, dont la dureté varie à l'infini. Ainsi, depuis la craie jusqu'au marbre, on peut marquer plus de vingt nuances dans la résistance du carbonate calcaire presque pur. On devait donc s'attendre que les analyses, en constatant seulement les quantités de silice, alumine et oxide de fer contenues dans les argiles, n'apprendraient rien, ou du moins bien peu de chose sur les propriétés pouzzolaniques. C'est ce que l'expérience a confirmé, et il faut maintenant chercher, dans des circonstances moins essentielles, les causes de ces propriétés.

Les faits chimiques n'ayant pas éclairé la question, MM. John et Berthier paraissent s'accorder pour attribuer uniquement les propriétés des pouzzolanes à la *cohésion* et à la *faculté absorbante* qu'acquiert la matière par l'action du feu.

Mais les propriétés des arênes ou sables fossiles argileux, que j'ai signalées le premier, et celles que MM. Meril et Payen découvraient à la même époque, quoiqu'à un degré plus faible, dans les grauwacks et les granits décomposés de la Bretagne, ne permettent pas d'adopter, au moins sans restriction, l'opinion de MM. John et Berthier. Et je crois être à même d'établir aujourd'hui qu'en effet la *cohésion et la faculté absorbante* ne sont, à aucun degré, les causes des propriétés pouzzolaniques.

M. Vicat a examiné (*voyez* le Cahier de juin 1826

des *Annales de Chimie et de Physique*) quelle était l'influence de la calcination sur chacun des élémens d'une argile qui, calcinée elle-même, donnait une bonne pouzzolane. Cette recherche semblait devoir jeter beaucoup de lumière sur la théorie; cependant elle n'a eu pour résultat que de prouver que la silice séparée par les acides d'une argile crue, est une excellente pouzzolane, et perd une partie de cette propriété par la calcination, tandis que l'alumine, qui n'est qu'une mauvaise pouzzolane, gagne un peu par la calcination, mais trop peu pour compenser ce que perd la silice; de sorte que M. Vicat est amené à conclure de cette expérience, qu'il n'est pas exact d'assimiler ce qui se passe dans un mélange intime de silice, d'alumine et d'oxide de fer, soumis à une faible calcination, à ce qui a lieu quand les mêmes oxides sont calcinés séparément. La question reste donc entière, et voici succinctement le résultat des expériences que j'ai tentées pour essayer de la résoudre, et que que tout le monde pourra répéter facilement.

Si l'on sépare par le lavage les argiles auxquelles les arênes doivent leurs propriétés pouzzolaniques, et qu'on les choisisse parmi les plus énergiques et parmi celles qui le sont moins; si l'on fait la même opération sur certains sables argileux, de *couleur lie de vin foncée*, qui n'ont, comme pouzzolanes, que des propriétés négatives; si à ces échantillons on joint des argiles pures, c'est-à-dire, exemptes de sable et plus ou moins ocreuses, telles qu'on en trouve abondamment partout; si l'on combine chacune de ces argiles séchées à l'air et réduites en poussière, avec moitié de son volume d'hy-

drate de chaux grasse, et qu'on immerge, en consistance de pâte ferme, les différens mortiers ainsi obtenus, on sera naturellement conduit à diviser en trois classes les argiles dont on aura fait usage en appelant :

Argiles bonnes pouzzolanes, celles qui auront donné des mortiers qui, au bout de dix à quinze jours au plus, résisteront à la plus forte pression du doigt sans recevoir d'empreinte, ou qui, chargées sur une surface de $0^m,00005$ d'un poids de $2^k,00$, n'éprouveront aucune dépression appréciable ;

Argiles moyennes pouzzolanes, celles pour lesquelles il faudra attendre un mois ou un mois et demi pour obtenir un semblable résultat ;

Enfin, *Argiles pouzzolanes nulles*, celles qui donnent des mortiers qui restent mous indéfiniment, et que le doigt traverse avec facilité. J'avertis que je n'ai trouvé d'argiles de cette classe que parmi les terres fortement ocreuses et couleur lie de vin, dont j'ai parlé plus haut ; mais il peut en exister d'autres.

Je dois faire remarquer d'abord que dans la première classe se trouvent non-seulement les argiles extraites des *arénes énergiques* dont j'ai parlé dans ma première Note, mais encore des argiles *brunes-jaunâtres* et autres, qu'on rencontre dans la nature sans mélange de sable. On peut en dire autant de la seconde classe, et il faut en conclure que *les argiles extraites des arénes ne jouissent pas de propriétés spéciales*, mais que ces propriétés leur sont communes au même degré avec beaucoup d'autres argiles de différentes couleurs ; et que les propriétés des arènes n'ont été remarquées qu'à cause du mélange des fragmens siliceux, qui, se trouvant

tout fait, rend ces propriétés beaucoup plus saillantes, comme je le développerai ailleurs.

Ayant classé, par ces premiers essais, les substances que je me proposais d'examiner, je les ai soumises *à l'état de poussière* dans un creuset ouvert, à une chaleur voisine de la chaleur rouge obscure pendant quinze minutes seulement. Et voici les phénomènes qui se sont présentés : les argiles des deux premières classes ont promptement subi une sorte d'ébullition; en même temps leur couleur a rapidement changé, pour passer du rouge jaunâtre, du jaune, du brun jaunâtre, etc., au rouge brun foncé, au rouge vif, au rouge noirâtre, etc.; et pesant avec soin la matière avant et après cette opération, j'ai trouvé que ces argiles calcinées avaient perdu des quantités variables de leur poids, qui pour quelques-unes allaient jusqu'au cinquième du poids primitif.

Les argiles de la dernière classe, au contraire, n'avaient pas changé de couleur d'une manière appréciable, et n'avaient généralement perdu que deux ou trois centièmes de leur poids.

En formant des mortiers avec les argiles ainsi préparées, dans les mêmes proportions et avec la même chaux dont j'avais fait usage pour essayer les argiles naturelles, j'ai trouvé, 1° que les argiles de la première classe étaient toutes devenues, sans exception, d'excellentes pouzzolanes, c'est-à-dire que les mortiers obtenus comme il vient d'être dit, et immergés, avaient acquis, au bout de deux jours, assez de consistance pour résister absolument à l'impression du doigt; que ces mêmes mortiers, essayés au bout de quinze jours par

la pénétration d'une pointe, présentaient une dureté égale à celle des mortiers des mêmes argiles crues, au bout de *quatre mois*, et qu'en suivant cette comparaison jusqu'à un terme plus éloigné, les progrès des mortiers d'argile calcinée étant ensuite beaucoup plus lents que ceux des mortiers d'argile crue, il n'y avait plus de différence appréciable, au bout d'une année, entre les uns et les autres, en ayant soin, bien entendu, de gratter d'abord les surfaces en contact avec l'eau jusqu'à *un* ou *deux centimètres* de profondeur, opération dont j'ai fait remarquer la nécessité dans la première Note que j'ai fait insérer dans les *Annales* sur cet objet. 2° Que les argiles de la deuxième classe présentaient à-peu-près les mêmes phénomènes, avec cette différence que les pouzzolanes obtenues par la calcination étaient généralement moins énergiques, et donnaient des mortiers moins durs que les précédens. Il y avait d'ailleurs une différence beaucoup plus grande entre ces mortiers et ceux d'argile crue, que pour les argiles de la première classe. Il fallait plus de huit mois aux derniers pour atteindre le degré de dureté que les autres obtenaient au bout de quinze jours. 3° Enfin les argiles de la troisième classe ne paraissaient avoir rien gagné, ou bien peu gagné par la calcination, et ne donnaient que des mortiers qui sous l'eau restaient constamment mous comme auparavant.

Quoiqu'il me parût très-probable que l'effet d'une calcination aussi peu prolongée et aussi légère que celle à laquelle j'avais soumis les différentes argiles, ne pouvait avoir été que d'opérer la décomposition d'un hydrate, et qu'il fallait attribuer la diminution notable

du poids de la matière, l'espèce d'ébullition et le changement remarquable de couleur, au dégagement de l'eau qui était retenue en combinaison ; cependant je crus nécessaire de m'assurer directement qu'il n'y avait ni dégagement ni absorption du gaz dans cette opération. Pour y parvenir, je distillai une quantité déterminée d'argile de la première classe à l'état de poussière, dans une cornue réunie par une alonge à un ballon ; il m'a suffi de tenir la cornue à la chaleur voisine du rouge obscur pendant quinze à vingt minutes. Le changement de couleur eut lieu comme à l'air libre, et il se condensa dans le ballon de la vapeur d'eau en gouttelettes. Quand l'appareil fut refroidi et l'eau rassemblée, le poids de l'argile calcinée et celui de cette eau me représenta à-peu-près exactement le poids de l'argile employée (1).

On peut donc regarder comme démontré, au moins pour toutes les argiles plus ou moins ocreuses, les seules que j'ai trouvées sous ma main, et qui sont certainement répandues en très-grande quantité dans la nature, que le seul effet d'une calcination légère, suffisante pour les faire passer à l'état d'excellentes pouzzolanes, est de décomposer, au moins en très-grande partie, l'hydrate formé par les différens oxides qui composent l'argile à l'état naturel.

---

(1) Lorsque l'argile contient du carbonate de chaux ou des matières végétales, il se dégage en effet des gaz, mais toujours en petite quantité. Ce dégagement n'a, au reste, aucun rapport avec la calcination des pouzzolanes purement argileuses.

Cette conclusion était, il faut l'avouer, éminemment d'accord avec l'opinion de MM. John et Berthier, puisqu'il est bien évident que, par la décomposition de l'hydrate, la faculté absorbante se trouvait considérablement augmentée dans le produit. Mais il restait à expliquer pourquoi certaines argiles n'étaient que des pouzzolanes médiocres, et pourquoi d'autres étaient nulles, comme après la calcination.

Je crus trouver, dans l'analyse chimique, la solution de ce problème; mais j'arrivai à des résultats qui ne pouvaient y satisfaire. D'abord, parmi les argiles de la première et de la seconde classe on en trouve qui sont composées, pour ainsi dire, de la même quantité des mêmes élémens. Ensuite les argiles que j'ai nommées *pouzzolanes nulles*, contiennent généralement plus de 80 parties de silice pour 100, très-peu d'alumine et beaucoup d'oxide de fer. Fallait-il donc attribuer uniquement à la présence de l'alumine et à la calcination le développement des propriétés pouzzolaniques? Ce fait eût été en opposition directe avec les expériences de M. Vicat, que j'ai citées plus haut.

Je me retrouvais ainsi placé au milieu des mêmes incertitudes qui avaient accompagné les recherches de ceux qui s'étaient occupés avant moi du même sujet. Enfin j'eus l'idée de former des mortiers avec les élémens de chaque argile séparément, et de comparer les résultats. A cet effet, je séparais les diverses argiles naturelles que j'avais essayées en *silice*, d'une part, et en *alumine et oxide de fer*, de l'autre, au moyen de l'acide hydro-chlorique et de l'ammoniaque. Je lavai avec soin les résidus sur le filtre, et après les avoir fait

sécher lentement au soleil ou sur un feu doux, en évitant tout ce qui aurait pu passer pour une calcination, je les mélangeai par portions égales avec de l'hydrate de chaux grasse, et j'immergeai les mortiers. Il eût mieux valu employer moitié d'hydrate de chaux, comme dans les expériences précédentes, mais je préférai l'autre proportion, parce que j'opérais sur de petites quantités de chaque matière.

Voici maintenant les résultats que je fus bientôt à même d'apercevoir 1°. tous les mortiers formés avec la silice des argiles de la première classe, avaient fait corps au bout de trente-six heures, de manière à ce que la plus forte impression du doigt ne faisait pas même disparaître les plus légères inégalités de la surface. Au bout de huit jours, ces mortiers avaient acquis une grande consistance, et en les soumettant à l'essai au moyen de l'enfoncement d'une pointe, j'ai trouvé cette consistance supérieure à celle des mortiers d'argile calcinée, après quinze jours d'immersion. 2°. Les mortiers formés avec la silice extraite des argiles de la seconde classe, acquéraient une dureté moins considérable que les précédentes. 3°. Enfin, ceux obtenus avec la silice extraite des argiles de la troisième classe restaient mous indéfiniment. 4°. Les mortiers formés dans chaque classe avec le composé d'alumine et d'oxide de fer, séché légèrement, et qui par conséquent retenait encore une quantité d'eau assez considérable, avaient fait corps après 15 ou 20 heures au plus d'immersion. Je ne crois pas qu'il existe de pouzzolane plus rapidement énergique, et je n'y ai pas remarqué de différence sensible, quoique le composé d'alumine et d'oxide variât beaucoup

pour les proportions. Toutefois, il importe de remarquer que cette consolidation rapide n'est pas suivie de progrès qui y correspondent, et qu'au bout de huit et quinze jours les mortiers de silice des deux premières classes sont plus durs que ceux-ci. 5°. Enfin les mortiers formés par tous les élémens de l'argile à la fois, offrent à peu près les mêmes résultats que ceux de silice, pour les deux premières classes. Cependant, et j'insiste sur ce point, ces élémens contiennent alors au moins autant d'eau que l'argile crue, et ne sont pas plus *absorbans* : ils forment pourtant d'excellentes pouzzolanes.

On peut, je crois, tirer plusieurs conclusions importantes de ces faits; ils prouvent 1°. que les argiles diffèrent génériquement entre elles par l'état où se trouve la silice; 2°. que la présence de l'eau plus ou moins combinée avec les élémens de l'argile ne nuit pas aux propriétés pouzzolaniques, qui paraissent surtout résulter de l'état *d'isolement* où l'on a mis ces élémens. Je ne prétends pas, au reste, établir que la silice peut prendre un grand nombre d'états différens, mais bien qu'ils se réduisent à deux, savoir; celui où elle est combinée avec les autres oxides, et celui où elle a été primitivement libre et où ses molécules ont eu la faculté de céder à la cohésion et de s'agglomérer. Il suffit de supposer alors que dans les argiles de première classe, la silice se trouve très-principalement dans le premier état, qui est favorable à sa combinaison avec la chaux; que dans les argiles de la seconde classe, la partie de silice qui se trouve dans le premier état est moins considérable; qu'enfin dans les argiles de la der-

nière classe elle est nulle ou au moins très-inférieure à la partie qui s'y rencontre à l'état libre.

Je ferai remarquer que les argiles des deux premières classes étant fortement *hydratées*, on peut regarder à peu près comme certain, que la partie de la silice en combinaison avec l'alumine et l'oxide de fer dans les argiles, se trouve réunie à ces deux corps à l'*état d'hydrate*.

Maintenant j'ai prouvé plus haut que le seul effet d'une calcination légère sur les argiles hydratées, était la décomposition de l'hydrate; et les faits que je viens d'exposer prouvent qu'il suffit que la silice et le composé d'alumine et d'oxide de fer cessent d'être en combinaison pour que le corps devienne une excellente pouzzolane. Je crois donc être bien fondé à expliquer le développement des propriétés pouzzolaniques dans les argiles par une légère calcination, par cette seule et simple hypothèse que l'*hydrate* se trouvant décomposé par la chaleur, *la silice se trouve par cela même séparée de la combinaison*, et que les choses se passent alors dans le mortier d'argile calcinée, comme dans celui où l'on a réuni tous les élémens de l'argile crue, après les avoir séparés par l'analyse chimique.

Un fait, pour moi très-inattendu, achèvera de justifier cette théorie, déjà très-suffisamment démontrée par ce qui précède. J'ai dit qu'une légère calcination ne suffisait pas pour porter les argiles de la troisième classe à l'état de pouzzolane, même médiocre, et j'avais pensé que par cela même l'effet de cette calcination était nul ou presque nul sur les élémens de ces argiles; mais pour ne rien donner au hasard, j'analysai une de ces

argiles, combinée comme je l'ai expliqué plus haut, et je fus bien étonné en formant un mortier avec la silice que je me procurai par là, de voir qu'il avait fait corps plus vite et plus complètement après son immersion, que les mortiers obtenus avec la silice des argiles crues de la première classe. Il n'y a qu'un moyen d'expliquer ce fait chimique assez remarquable, c'est d'admettre qu'à l'aide de la chaleur l'oxide de fer est entré en combinaison avec la silice, et a opéré par là la division des particules agglomérées de ce dernier corps. Ce fait est, au reste, tout-à-fait l'analogue de celui observé sur la silice et sur la chaux, et signalé par Descotils. Mais ce qu'il importe de remarquer c'est que l'argile ainsi transformée et dans laquelle les élémens se trouvent combinés *par la voie sèche* et sont séparément propres à former d'excellentes pouzzolanes, n'est pourtant encore qu'une *pouzzolane nulle.* Ainsi il demeure démontré que la condition nécessaire à l'existence d'une bonne pouzzolane argileuse, est *que la silice s'y trouve isolée* des autres oxides, *et pourtant dans un état propre à former des combinaisons nouvelles.*

Il paraît par cela même bien évident que certaines argiles, *fortement hydratées*, ne sont de bonnes pouzzolanes à l'état naturel, que parce que les combinaisons des oxides à l'état d'hydrate, peuvent se dissoudre facilement pour donner lieu aux combinaisons nouvelles que la présence de l'hydrate de chaux détermine : il est alors probable que la silice se combine séparément avec une partie de la chaux, et que le reste s'unit à l'alumine et à l'oxide de fer. C'est d'ailleurs une opinion

généralement admise que quand plusieurs corps, tels que la silice, l'alumine, l'oxide de fer, la chaux et l'eau se trouvent en présence, ils ne se combinent pas tous ensemble, mais plutôt deux à deux, ou trois à trois. D'après cela, puisque la décomposition de l'hydrate naturel doit précéder la consolidation du mortier, il n'est pas étonnant que cette consolidation fasse des progrès moins rapides dans l'argile crue que dans l'argile calcinée où la décomposition de l'hydrate est toute faite.

On peut demander quel est le rôle de l'oxide de fer dans les pouzzolanes, et si sa présence est utile : je crois que la réponse à cette question se trouve dans le rapprochement des deux faits suivans. M. Vicat a observé que l'alumine pure calcinée ou non, n'était qu'une pouzzolane très-médiocre, et j'ai trouvé que le composé d'alumine et d'oxide de fer, qu'on sépare par l'analyse des diverses argiles, est au contraire une pouzzolane rapidement énergique, et, sous ce rapport très-précieuse, je suis porté à croire d'ailleurs que la présence de l'oxide de fer facilite la décomposition *des hydrates naturels*. C'est ce que des expériences comparatives entreprises à la fois sur des argiles blanches et sur des argiles colorées, auraient bientôt éclairci.

La science manque encore d'une bonne monographie des argiles, qui pourtant serait utile aux arts nombreux qui en font usage. Les composés terreux auxquels on donne ce nom paraissaient formés d'une manière très-variable. Le hasard m'a bien servi en m'offrant deux de leurs modifications les plus importantes dans les *argiles hydratées* et riches pourtant en silice, et

dans les argiles qui ne sont pas hydratées. Je n'ai tronvé ces dernières qu'en petit nombre, mais je puis indiquer leur gisement et en présenter les échantillons.

Les considérations qui précèdent me paraissent d'ailleurs contenir la *théorie rationnelle* des pouzzolanes argileuses, qu'on peut énoncer très-généralement comme il suit. *La consolidation des mortiers à pouzzolane immergée, tient à la combinaison qui a lieu entre la chaux et la silice, d'une part, et entre la chaux, l'alumine et l'oxide de fer, de l'autre. On sait d'ailleurs par l'expérience directe, que ces deux combinaisons jouissent très-rapidement de la faculté de dureté sous l'eau, ou, ce qui est la même chose, de former un hydrate solide en proportions déterminées.*

On peut faire, en grand, plus d'une application utile des expériences dont j'ai parlé plus haut. D'abord, puisqu'il suffit de 15 minutes d'une chaleur qui ne dépassait pas le rouge obscur, pour opérer la transformation *des argiles hydratées* en excellentes pouzzolanes, lorsque ces argiles sont à l'*état de poussière*, je crois qu'il y aurait généralement une économie énorme à préparer les pouzzolanes artificielles de cette manière et à *l'air libre*, comme l'a recommandé avec raison M. le général Treussart; par là on éviterait d'avoir à la pulvériser, et on abrégerait au moins des $\frac{9}{10}$ le temps et les frais de la calcination; en un mot, on calcinerait ainsi toutes les argiles aussi facilement qu'on calcine les arênes elles-mêmes (1). Ne pourrait-on pas

(1) J'ai exécuté en grand ces calcinations d'une manière aussi commode que rapide, dans de petits fourneaux por-

aussi utiliser comme pouzzolanes les résidus des manufactures d'alun, qui doivent être riches en excellente silice toute préparée, et dont le prix est à peu près nul? Je livre ces idées à ceux qui, comme moi, peuvent avoir plus d'une occasion d'en faire un utile usage.

Mucidan, le 5 mai 1827.

Sur *l'Action de l'Acide sulfurique sur l'alcool; et Remarques sur la composition et les propriétés des composés qui en resultent.*

Par Mr H. Hennell.

On a cru jusqu'à présent que l'huile douce du vin pouvait être considérée comme une altération de l'éther; mais mes expériences me conduisent à la regarder comme une combinaison d'acide sulfurique, d'hydrogène et de carbone, dans laquelle les deux derniers principes sont dans la même proportion que dans l'éther. J'ai aussi trouvé que l'hydrogène carboné donne avec l'acide sulfurique un composé particulier capable de saturer les bases et de former des sels.

---

tant une espèce de bassine évaporatoire dont le fond, qui était en forte tôle, était maintenu à une température voisine du rouge obscur, par la flamme renversée d'un foyer convenablement disposé. Je donnerai ailleurs la description détaillée de cet appareil.

De l'Huile du vin. 200 grains de cette huile purifiée avec le plus grand soin ont été mis avec une dissolution de potasse et évaporés à siccité, puis jusqu'au rouge. Le résidu, dissous dans l'eau et saturé avec de l'acide nitrique faible, a donné avec le chlorure de barium 218,3 grains de sulfate de baryte, représentant 74 gr. d'acide sulfurique; ce qui fait 37 d'acide pour 100 d'huile.

$2^g,08$ d'huile du vin desséchée avec la chaux vive ont été bien mêlés avec 200 grains d'oxide de cuivre et soumis à l'action de la chaleur. On a obtenu 8,8 pouces cubes de gaz carbonique et $1^g,54$ d'eau, représentant $1^g,118$ de carbone et $0^g,171$ d'eau. L'huile contient par conséquent sur 100 parties :

Carbone.....	53,70;
Hydrogène...	8,30.
	62,00.

Le restant 38 doit être attribué à l'acide sulfurique; mais le résultat trouvé plus haut mérite plus de confiance. Il est à remarquer que l'huile du vin contient toujours une quantité variable de carbone hydrogéné qui se sépare en partie sous forme cristalline lorsqu'on l'expose au froid ou qu'on la garde long-temps; et nous verrons que ce carbone hydrogéné est formé d'un atome de carbone et d'un atome d'hydrogène; ce qui nous obligera de recourir à d'autres expériences pour déterminer le poids réel du carbone dans les composés neutres ou solides qu'il forme avec l'acide sulfurique.

200 grains d'huile du vin ont été mis avec 5 à 6 onces d'eau dans une bouteille, et chauffés à la température

de l'eau bouillante pendant une heure. Du carbonate de baryte ajouté ensuite au liquide s'est dissous avec une vive effervescence, et il en a fallu environ 90 grains pour saturer l'acide qui était libre. La liqueur filtrée, soumise à l'évaporation, est devenue promptement acide, et a laissé précipiter du sulfate de baryte. 200 gr. d'huile du vin ont été traités de nouveau de la même manière; mais, au lieu d'évaporer la dissolution barytique, on l'a précipitée par le carbonate de potasse. La liqueur, évaporée ensuite, est restée constamment neutre, et a donné un sel en lames minces comme le chlorate de potasse. Ce sel est très-soluble dans l'eau et dans l'alcool; il brûle lorsqu'on le chauffe avec une flamme semblable à celle que donne l'éther, et laisse pour résidu du sulfate acide de potasse. Les cristaux, chauffés dans un tube de verre, se gonflent au moment où ils entrent en fusion, et donnent une vapeur épaisse, blanche, qui se condense en un liquide oléagineux sentant fortement l'acide sulfureux.

20 grains de ces cristaux, chauffés au rouge, ont laissé $10^{g},56$ de sulfate de potasse, contenant $4^{g},8$ d'acide sulfurique.

Un égal poids de cristaux a été dissous dans de la potasse, et la dissolution a été évaporée jusqu'à siccité. La masse saline restante, dissoute et neutralisée avec l'acide nitrique, puis précipitée par le chlorure de barium, a donné 28 gr. de sulfate de baryte, contenant à très-peu près $9^{g},6$ d'acide sulfurique. Il résulte de là que, pour un atome de potasse, les cristaux en contiennent deux d'acide sulfurique.

Pour déterminer le rapport des autres élémens du sel,

on l'a décomposé par l'oxide de cuivre : 5 gr. ont produit 5g,5 pouces cubes de gaz carbonique, contenant 0g,699 de carbone et 1g,4 d'eau. Ainsi on a, pour la composition du sel :

Potasse...........	1g,44 ;
Acide sulfurique...	2 ,40 ;
Carbone..........	0 ,699 ;
Eau.............	1 ,40.
	5 ,939.

L'excès de poids 0g,939 doit provenir de l'oxigène employé à la formation d'eau, et représente 0g,1174 d'hydrogène, ou 1g,05 d'eau. Retranchant cette quantité d'eau de celle obtenue 1,40, il reste 0g,35 pour l'eau de cristallisation. 100 parties de sel sont par conséquent composées de la manière suivante :

Potasse...........	28,84 ;
Acide sulfurique...	48,84 ;
Carbone..........	13,98 ;
Hydrogène........	2,34 ;
Eau.............	7,00.

Ces nombres correspondent à-peu-près à un atome de potasse, deux d'acide sulfurique, quatre de carbone et quatre dhydrogène, et il paraît que, dans le sel, cette quantité de carbone et d'hydrogène est saturée par un atome d'acide sulfurique. Quant à la proportion d'eau, elle s'éloigne d'un atome, quoique les plus grands soins aient été apportés dans les expériences.

Le sel dont on vient de donner l'analyse est en tout

identique avec celui que forme l'acide sulfo-vinique avec la potasse.

Le seul mélange de l'alcool avec l'acide sulfurique détermine, en raison de la chaleur qui est produite, la formation d'une certaine quantité d'acide sulfo-vinique. En effet, 440 gr. d'acide sulfurique, qui produisaient avant leur mélange avec l'alcool 1313 gr. de sulfate de plomb en les précipitant avec l'acétate de plomb, n'en ont plus produit que 542 après leur mélange avec un égal poids d'alcool de 0,82 de densité et après leur refroidissement (1).

MM. Vogel et Gay-Lussac supposent que cette perte en capacité de saturation est due à la formation de l'acide hypo-sulfurique; mais cette circonstance ne rend pas suffisamment raison des propriétés de l'huile du vin; et il me paraît plus vraisemblable que l'on doit attribuer la diminution de capacité à l'hydrogène carboné, qui dans l'huile sature la moitié de l'acide.

Examinons maintenant la combinaison d'hydrogène et de carbone qui se sépare de l'huile du vin dans ses combinaisons.

Lorsqu'on chauffe l'huile du vin avec une dissolution de potasse, ou seulement avec l'eau, il s'en sépare une huile étrangère à celle qui entre dans la composition de l'acide formant le sel qui a été décrit; elle devient peu fluide en se refroidissant, et cristallise dans des circonstances particulières. Elle s'évapore à une tem-

---

(1) Poggendorff remarque que déjà Beuther avait fait une observation semblable dans le *Buchner's repert.*, t. XIX, p. 203.

pérature un peu plus élevée que celle de l'eau bouillante, et brûle avec une flamme brillante qui dépose un peu de charbon. Sa densité est d'environ 0,9. Elle est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'éther, un peu moins dans l'alcool. D'après l'analyse qui en a été faite avec l'oxide de cuivre, elle est composée sur 100 parties de

Carbone.....	85,61;
Hydrogène...	13,116.

La perte est remarquable. En supposant qu'elle soit due à l'hydrogène, la substance huileuse serait composée de la même manière que le gaz oléfiant.

Les cristaux qui se séparent de l'huile du vin ont une composition semblable, savoir, pour 1 grain, 0g,82106 de carbone et 0g,13444 d'hydrogène.

Ayant communiqué ces résultats à M. Faraday, il m'a remis une portion d'acide sulfurique qui avait absorbé environ 80 fois son volume de gaz oléfiant. Cet acide saturé avec le carbonate de potasse, et la dissolution évaporée doucement à siccité, puis traitée par l'alcool, j'ai obtenu un sel qui avait toutes les propriétés de celui que j'ai déjà examiné.

Il paraît résulter de là que l'hydrogène carboné, formé d'un atome de carbone et d'un atome d'hydrogène, a la propriété de se combiner avec l'acide sulfurique et de former l'acide sulfo-vinique, qu'il soit libre comme dans le gaz oléfiant, ou engagé comme dans l'alcool. Il est aussi évident que l'huile du vin est une combinaison parfaitement neutre d'acide sulfurique et d'hydrogène carboné, et que par différens procédés elle

peut se changer, en perdant de l'hydrogène carboné, en acide sulfo-vinique dont la capacité de saturation est la moitié de celle qu'aurait l'acide sulfurique qu'il renferme, s'il était libre. L'hydrogène carboné qui entre dans cet acide a donc, dans les sels formés par l'acide sulfo-vinique, une capacité de saturation égale à celle de la base.

(Extrait des *Annalen der Physik*. 1827.)

EXTRAIT *d'une Lettre de M.* Auguste de La Rive *à M.* Arago *sur les propriétés du Brome.*

..... Je me suis occupé, cet hiver, de quelques expériences sur le *brome*, avec M. Dunant, zélé amateur des sciences, qui avait reçu de M. Balard un flacon de cette nouvelle substance. Je ne sache pas que depuis le beau Mémoire de ce chimiste, il y ait eu d'autres travaux sur ce sujet, si ce n'est une description de quelques nouveaux composés de brome par M. Sérullas et par M. Liebig, et la simple annonce faite par un chimiste de Paris, d'un composé de chlore et d'iode tout-à-fait analogue au brome. M. de Saussure avait lu, il est vrai, il y a six mois, une Note sur le même sujet à notre Société de Physique et d'Histoire naturelle; mais il ne l'a pas publiée, et c'est au mois de mars dernier, que j'ai communiqué à cette même Société les résultats que je transcris ici, et qui peuvent offrir quelqu'intérêt, surtout sous le rapport de l'action de l'électricité sur les liquides. Je ne sais si vous jugerez quils vaillent la peine d'être mentionnés dans les *Annales*.

M. Balard avait annoncé que le brome ne conduit pas l'électricité voltaïque, et qu'il ne paraît soumis à aucune influence de décomposition de la part de cet agent. J'ai vérifié l'exactitude de cette assertion avec une pile de 60 paires très-fortement chargée, et dans le circuit de laquelle se trouvait le fil d'un galvanomètre. Je me rappelai, à cette occasion, que pendant mon séjour à Londres, ayant fait quelques questions à M. Faraday au sujet des gaz rendus liquides par la compression, je lui avais demandé plus particulièrement s'il avait soumis le chlore liquéfié à l'action de la pile. Il répondit que quelques essais lui avaient prouvé que cette action était nulle, et je crois qu'il ajouta que le chlore ne semblait pas même conduire l'électricité; mais il n'avait pas pu s'en assurer par un moyen aussi sensible que l'emploi du galvanomètre. On sait, au contraire (et j'ai souvent eu l'occasion de m'en assurer), qu'une solution de chlore dans l'eau conduit très-bien l'électricité, c'est-à-dire, la conduit comme un acide étendu d'eau. L'analogie qui semble exister entre le chlore et le brome, m'a fait présumer qu'une solution de brome dans l'eau serait aussi un très-bon conducteur, et c'est ce que j'ai vérifié. Mais cette expérience m'a présenté, sous le rapport général de conductibilité électrique, un phénomène bizarre qui fait que je m'y arrêterai un instant pour le décrire en détail.

1°.) J'ai rempli une petite capsule de verre, de brome pur, dans lequel j'ai plongé les deux fils de platine de la pile très-rapprochés l'un de l'autre, sans obtenir la moindre déviation de l'aiguille du galvanomètre.

2°.) J'ai substitué à la capsule pleine de brome, une

capsule parfaitement semblable, remplie d'eau distillée; et dans les mêmes circonstances, j'ai obtenu une déviation à peine sensible. Quelques autres essais me font croire que l'eau parfaitement distillée, mise dans des vases faits d'une matière absolument inattaquable, ne conduirait point du tout l'électricité : plus l'eau est pure et moins la matière du vase est attaquable, plus est faible la conductibilite, tellement que la déviation finit par devenir insensible.

3°.) Dans la capsule qui contenait l'eau distillée, j'ai versé quelques gouttes de brome; une petite portion seulement s'est dissoute et a coloré l'eau en jaune; mise dans le circuit voltaïque, cette solution a produit une déviation de 70°, et un dégagement de gaz très-abondant s'est manifesté sur les deux fils de platine. Ces gaz, recueillis et examinés avec soin, ont été reconnus pour être de l'oxigène au pôle positif, et de l'hydrogène en quantité précisément double au pôle négatif, ce qui prouve que l'eau seule avait été décomposée.

Il résulte de là qu'un corps qui ne conduit point, ou du moins qui conduit très-mal l'électricité voltaïque, *l'eau pure*, peut être rendu très-bon conducteur, par son mélange avec quelques gouttes d'une substance qui elle-même n'est point conductrice, *le brome*. Comment expliquer ce singulier phénomène? Au reste, il est d'autres cas semblables à celui-là qui sembleraient prouver l'exactitude de ce fait général, savoir, qu'aucun corps métallique, le charbon excepté, ne peut conduire l'électricité voltaïque s'il ne contient pas un peu d'eau; tandis que l'eau elle-même ne peut être con-

ductrice qu'autant qu'elle contient quelque substance en solution. Ainsi j'ai trouvé que l'iode est dans le même cas que le chlore et le brome; pure, elle n'est pas conductrice; dissoute, elle conduit très-bien et donne lieu à la décomposition de l'eau. Mon père a reconnu, dans une suite d'expériences qu'il a faites il y a déjà long-temps sur la conductibilité des liquides, que l'acide sulfurique étendu d'eau est meilleur conducteur que l'acide sulfurique très-concentré. Si l'on pouvait obtenir cet acide parfaitement anhydre, est-on bien sûr qu'il conduirait l'électricité? Il serait intéressant que l'on fît quelques essais semblables sur d'autres substances liquides, soit parfaitement anhydres, soit mélangées avec de l'eau : les gaz liquéfiés rempliraient bien les conditions exigées pour ce genre d'expériences.

Je compte revenir sur ce sujet, et l'examiner sous le point de vue plus général du mode d'action de l'électricité sur les liquides, et chercher à étudier ce que c'est que la conductibilité dans les liquides, et si c'est réellement un phénomène analogue à la conductibilité dans les solides. Ne serait-il pas possible que dans les phénomènes dont je viens de parler, l'interposition de molécules hétérogènes entre les molécules d'eau, ne jouât un rôle qui resemblât de loin à l'effet que produisent sur le passage de l'électricité dans un liquide, des plaques interposées.

J'ajouterai, Monsieur, aux détails que je viens de vous transmettre, quelques expériences faites dans le but de rechercher si le brome renferme de l'iode comme on l'a supposé.

» On sait que l'amidon est un excellent réactif de l'iode; j'ai reconnu que si cette dernière substance donne à une solution d'amidon une couleur bleue, quelques gouttes de brome peuvent donner à une solution semblable une belle couleur orange. Cette couleur peut servir à accuser la présence du brome, comme la couleur bleue indique la présence de l'iode. Dans une solution d'amidon colorée en bleu par l'iode, j'ai versé quelques gouttes de brome, et j'ai obtenu un composé qui a donné à l'amidon deux couleurs distinctes, l'une brunâtre, l'autre jaunâtre; la différence de couleur paraît provenir de la proportion de brome et correspondre aux deux bromures d'iode dont parle M. Balard.

J'ai soumis à l'action de la pile ces composés d'iode et de brome dissous dans une solution d'amidon; aussitôt on a vu la solution jaunâtre prendre une belle couleur bleue au pôle négatif, indiquer ainsi la présence de l'iode et prendre une couleur orange au pôle positif où paraissait se porter le brome. Il résulte de là que la plus petite quantité d'iode ou de brome qui se trouve à l'état de combinaison dans la solution, est ainsi manifestée. Si donc le brome est une combinaison qui renferme de l'iode, en mettant une solutiou de brome et d'amidon dans le circuit voltaïque, on devrait voir l'iode, en s'accumulant autour de l'un des pôles, donner lieu à la couleur bleue. Néanmoins, quoique j'aie exposé pendant un temps fort long la solution à l'action de la pile, je n'ai aperçu aucun changement de couleur à l'un ou à l'autre pôle, de l'eau seule a été décomposée. Il me semble résulter de ce fait que le brome ne renferme pas d'iode, et tout me porte à croire

qu'il est un élément du même genre que le chlore et l'iode.

Je remarquerai que le brome combiné avec l'iode va au pôle positif, et par conséquent est plus négatif, ce qui s'accorde avec les observations de M. Balard, qui a toujours trouvé que le brome avait plus d'affinité pour les bases que l'iode. D'un autre côté, lorsque l'on décompose l'eau qui tient en solution du brome, on obtient de l'hydrogène au pôle négatif, comme lorsqu'on décompose une solution d'iode; mais si c'est de l'eau imprégnée de chlore, on n'obtient aucun gaz à ce pôle, parce que le chlore ayant une plus grande affinité pour les bases que l'iode ou le brome, se combine immédiatement avec l'hydrogène, et forme de l'acide hydrochlorique qui reste dissout.

Ce petit nombre d'expériences me paraît tout-à-fait propre à confirmer l'opinion de M. Balard sur la nature du brome et sur la place qu'il doit occuper entre l'iode et le chlore.

Genève, le 4 juin 1827.

Mémoire *pour faire suite à l'histoire de la Quinine, de la Cinchonine et de l'Acide quinique.*

Par MM. Henry fils et Plisson,
Pharmaciens à la Pharmacie centrale des Hôpitaux civils.

(Lu à l'Académie royale de Médecine (Section de Pharmacie), le 14 avril 1827.)

(Extrait.)

D'après leurs importantes recherches sur les quinquinas, MM. Pelletier et Caventou ont regardé les

alcaloïdes trouvés dans ces écorces comme à l'état de combinaison avec l'acide quinique et formant de véritables sels. Cette opinion, que l'expérience directe n'avait pas confirmée, ne fut point admise par tous les chimistes; les uns pensèrent que la matière colorante devait avoir beaucoup de part aux combinaisons naturelles de ces bases organiques, les autres doutèrent de la préexistence de l'alcalinité de ces principes immédiats, et l'attribuèrent à la réaction des substances employées pour leur extraction.

Il restait donc encore quelque chose à faire pour résoudre ces différentes questions, et c'est dans cette vue que nous avons entrepris le travail que nous avons l'honneur de présenter; heureux si nos faibles essais peuvent jeter quelque jour sur ce point de la chimie organique! Persuadés toutefois qu'ils laisseront encore beaucoup à désirer.

Voulant étudier d'avance les combinaisons que l'acide quinique est susceptible de former avec plusieurs bases, et particulièrement avec la quinine et la cinchonine, nous avons cherché à obtenir cet acide dans la vue de l'unir directement à ces alcaloïdes. Le savant Mémoire de M. Vauquelin nous a surtout beaucoup guidés dans cette recherche; cependant nous avons retiré l'acide en question par un procédé qui nous semble plus prompt et que voici :

Procédé pour obtenir à la fois très-promptement du sulfate de quinine sans alcool et de l'acide quinique.

On prend un kilogramme de quinquina jaune royal (on agit de même sur les écorces de quinquinas gris et

rouge) ; on le réduit en poudre grossière ; on le fait bouillir avec l'eau acidulée par l'*acide sulfurique*, comme dans le procédé ordinaire ; et quand les liqueurs sont passées et chaudes, on y ajoute une suffisante quantité d'hydrate de plomb récemment préparé et encore mou, jusqu'à ce qu'elles soient neutres et qu'elles aient pris une teinte faiblement jaunâtre ; on dépasse à peine le point de saturation de l'acide pour arriver à ce but. (Nous ferons observer que la litharge en poudre très-fine ne nous a fourni que des résultats fort imparfaits.) La décoloration des décoctions étant nécessaire pour la réussite du procédé, il faut, si la liqueur se troublait un peu du jour au lendemain, y mettre quelques parcelles d'hydrate, et filtrer de nouveau. Au reste, comme on peut opérer le tout en quelques heures, cet inconvénient n'est point à craindre. Le liquide jaunâtre qui résulte de l'opération est formé à la fois d'un peu de quinate de plomb produit par la saturation de l'acide quinique dont une partie est libre dans les décoctions, de beaucoup de quinates de chaux et de quinine ou de cinchonine, plus d'une légère proportion de matière colorante jaune et de quelques autres principes à peine appréciables. Quant au dépôt lavé, il est composé de matières colorantes combinées à l'oxide de plomb, de sulfate de plomb et de quinine libre, que nous présumons, comme il sera dit plus loin, avoir été combinée primitivement à une des matières colorantes ou peut-être à toutes. On n'a pas trouvé de sous-quinate de plomb dans ce dépôt.

Dans la liqueur ci-dessus, on sépare le plomb au moyen de quelques gouttes d'acide sulfurique ou d'un

courant léger d'acide hydro-sulfurique pur. On filtre, et la quinine est précipitée au moyen d'un très-petit excès de chaux réduite en bouillie claire. Cette quinine est transformée en sulfate très-facilement, et donne de suite des cristaux très-blancs et très-soyeux. La liqueur qui provient de la décomposition par la chaux renferme le quinate de chaux presque pur. On la fait évaporer en sirop, et elle cristallise promptement en une masse qu'il est nécessaire de purifier par une nouvelle cristallisation. On peut, au moyen de l'alcool à 36°, précipiter ce quinate de chaux, et le faire ensuite cristalliser dans l'eau distillée ou dans l'alcool à 15 degrés : au moyen de l'acide oxalique versé goutte à goutte, comme l'a conseillé M. Vauquelin, on le transforme en acide quinique.

Observations.

Quand la décoloration n'a pas été bien faite, la quinine précipitée par le lait de chaux est rouge, et le sulfate qu'on en retire cristallise très-difficilement. Il est donc très-important que la liqueur ne soit pas rosée.

Si l'on ajoutait un très-grand excès d'hydrate de plomb, on obtiendrait une liqueur très-limpide, à la vérité; mais presque toute la quinine serait précipitée, et il se formerait un sous-quinate de plomb. Il arriverait ici ce qui se passe dans le procédé ordinaire où le grand excès de chaux produit la décomposition du quinate de quinine naturel; car il est probable qu'en ne mettant que des quantités convenables de chaux, pour ne saturer qu'à peine l'acide libre, on obtiendrait aussi du quinate de quinine, mêlé, il est vrai, de matière colo-

rante, et qu'il serait plus difficile d'obtenir isolé. Dans le procédé que nous venons d'indiquer, on retire environ les $\frac{2}{3}$ de la quinine presque de suite, et sans alcool; le reste est mêlé au dépôt, et au moyen de l'esprit-de-vin il est facile de l'obtenir.

Ce mode nouveau, qui n'est pas applicable en grand, est seulement curieux par la promptitude de son exécution. Il peut servir à reconnaître promptement si un quinquina renferme ou non de la quinine ou de la cinchonine (1).

Nous n'avons jamais réussi qu'imparfaitement en remplaçant l'hydrate de plomb par les sels de cette base. Il nous a paru que leur acide dissolvait une portion de matière colorante qui se précipitait ensuite avec la quinine, lors de la décomposition par la chaux ou par l'ammoniaque.

Avant de passer maintenant à l'examen des différens produits que nous a fournis ce procédé, et sur lesquels nous voulons fixer l'attention de l'Académie, qu'il nous soit permis de dire en peu de mots ce que nous croyons arriver dans l'opération ci-dessus.

La liqueur acide provenant des décoctions de quinquina, n'étant presque qu'une dissolution dans l'acide sulfurique faible des matières colorantes combinées à

---

(1) Nous avons su depuis peu de temps et confidentiellement de M. Robiquet, que M. Tilloy, pharmacien très-distingué à Dijon, emploie, pour extraire la quinine, un mode assez analogue au nôtre : il est bien à désirer que cet habile praticien donne connaissance de son procédé et des applications qu'il a su en faire.

la quinine, du quinate de chaux, du quinate de quinine et de l'acide quinique, plus de quelques autres principes peu importans, l'oxide de plomb ajouté en quantité suffisante pour saturer les acides libres, décompose en même temps la combinaison de quinine et de matière colorante en formant, avec celle-ci une laque rougeâtre insoluble, et n'altère pas sensiblement les quinates de quinine et de chaux, à moins qu'on n'en mette un trop grand excès. C'est par suite de cette décomposition que la liqueur filtrée et décolorée renferme les quinates de quinine et de chaux, plus un peu de quinate de plomb formé par la saturation de l'acide libre.

Le dépôt précipité contient du sulfate de plomb, point de sous-quinate de plomb, de la quinine, et une laque de matières colorantes avec de l'oxide employé.

Quand on agit sur une décoction de quinquina jaune dans l'eau distillée, et que l'on sature presqu'exactement l'acide quinique libre, au moyen du sous-carbonate de chaux ajouté par pincées après la réaction de l'hydrate de plomb sur cette liqueur à-peu-près neutre, on retire aussi du quinate de quinine. On peut donc être porté à penser que ce sel trouvé dans l'écorce n'a pas été le résultat de l'action de l'acide quinique libre sur la quinine isolée de sa combinaison avec la matière colorante, au moyen de l'hydrate métallique. Il ne pourrait s'en être produit qu'une petite quantité.

Les oxides hydratés de quelques autres métaux ont fourni une décoloration souvent assez complète, mais moins entière pourtant que celui de plomb.

De l'Acide quinique.

Cet acide, découvert par M. Vauquelin dans le sel de chaux, retiré du quinquina jaune il y a plusieurs années par M. Deschamps jeune, de Lyon, a été décrit par cet habile chimiste avec le soin qui lui est ordinaire; MM. Pelletier et Caventou l'ont aussi étudié dans leur intéressant Mémoire; nous ne nous permettrons donc que quelques annotations à ses propriétés.

Le procédé prompt et facile que nous avons mis en usage pour l'obtenir, et qui nous a très-bien réussi, a été décrit au commencement de ce Mémoire. Nous ne le rappellerons donc pas; cet acide, obtenu en solution très-limpide et incolore, s'est toujours foncé en jaune-brun par sa concentration, soit dans le vide, soit à l'air libre. Il a une odeur de caramel prononcée, est légèrement amer et très-acide. Chauffé, il forme, avant de se décomposer, un extrait transparent et rougeâtre. Il cristallise en mamelons qui n'ont souvent que très-peu de consistance, et qui donnent alors à la masse l'aspect gélatineux. Il a fourni par les réactifs les résultats connus.

Combiné avec la magnésie, la chaux, la soude, l'oxide de plomb, la quinine et la cinchonine, il a produit de véritables sels, tous plus ou moins difficiles à cristalliser, excepté celui de chaux. Plusieurs de ces quinates ont été à peine solubles dans l'alcool à 32°, et ceux de quinine et de cinchonine même se précipitent en partie lorsqu'on ajoute de l'alcool à 36° afin d'en séparer le quinate de chaux avec lequel ils sont mélangés dans la décoction de quinquina. Ils nous ont

présenté tous un caractère très-singulier et très-remarquable, celui de former, par leur évaporation au bain marie un extrait jaune ambré ayant l'apparence d'un vernis, et qui, humecté légèrement ensuite et exposé à l'air libre, se prenait peu à peu en une masse grenue, cristalline, très-facile à reconnaître.

Pour le quinate de chaux, nous ajouterons qu'il est soluble dans l'alcool à 20 et 22°, et que l'hydrate de plomb ne le décompose en partie que lorsqu'on met un très-grand excès de cet oxide.

Les quinates neutres de soude, de magnésie, de plomb ne nous ont fourni que des cristallisations confuses et mamelonées.

L'alumine en gelée nous a paru s'unir à peine avec l'acide quinique. C'est ce qui nous a permis d'en faire usage dans la décoloration de quelques produits.

Quant aux quinates de quinine et de cinchonine préparés de toutes pièces, voici les caractères qu'ils nous ont présentés.

Quinate de Quinine artificiel.

En combinant à l'aide d'une douce chaleur l'acide quinique avec la quinique récemment précipitée du sulfate, et lavée avec soin, nous avons obtenu une liqueur claire, à peine acide, très-amère, qui, évaporée au bain marie, a fourni un enduit ambré sur lequel nous avons ajouté quelques gouttes d'eau distillée. Au bout de quelques heures d'exposition à l'air libre, le liquide s'est pris en une masse mamelonée, offrant bientôt

l'apparence de petits cristaux brillans. Nous n'avons pu encore en déterminer la forme.

Quinate de Cinchonine artificiel.

La cinchonine pure hydratée s'est unie de même avec l'acide quinique très-pur, et a présenté après son évaporation les mêmes résultats que le sel précédent, et que tous les quinates dont nous avons parlé plus haut. La cristallisation formée après l'exposition à l'air libre, est plus visible encore que dans le quinate de quinine. Les cristaux sont très-solubles dans l'eau, peu dans l'alcool à 36°, ainsi que le précédent; ils sont très-amers. L'ammoniaque, l'eau de chaux, etc., séparent de l'un et l'autre la quinine et la cinchonine. Nous allons donc passer à l'examen de ceux-ci, et auparavant au moyen de les obtenir.

Extraction des Quinates naturels de quinine et de cinchonine.

On prend le produit de la décoction aqueuse (1) prolongée des quinquinas jaune et gris; on le fait rapprocher au bain-marie en consistace sirupeuse : alors, par l'addition de 3 fois environ son poids d'eau froide, on sépare un dépôt briqueté que nous examinerons dans la deuxième partie de ce Mémoire. La liqueur

(1) Ces sels naturels sont enlevés aussi par l'alcool dans les digestions; mais comme, par ce moyen, on dissout beaucoup de résine et de matière colorante rouge, nous ne lui donnons pas la préférence.

provenant de la filtration est acide, d'un rouge rosé, très-amère ; on la concentre à la moitié de son volume, et l'on sature presqu'entièrement l'excès d'acide quinique à l'aide de quelques pincées de sous-carbonate de chaux ; on ajoute alors une petite quantité d'hydrate de plomb, et quand le tout est devenu d'un jaune clair et neutre, on filtre. Ce nouveau liquide, privé de plomb par l'hydrogène sulfuré, est rapproché au bain-marie en consistance sirupeuse, traité par l'alcool à 36°, qui précipite le quinate de chaux et la gomme, plus une certaine proportion de quinate de quinine ou de cinchonine. Le produit alcoolique, évaporé, laisse un nouveau résidu qui, repris à plusieurs fois successivement par l'eau et par l'alcool, fournit les quinates à base organique en les laissant toutefois long-temps exposés à l'air comme pour les précédens. Ce produit, évaporé à feu nu, se réduit en un extrait visqueux, se fond avant de se décomposer au feu, et forme d'abord une masse transparente d'une odeur de caramel, puis se brûle sans laisser de résidu sensible, quand surtout on a aidé la combustion au moyen de l'acide nitrique pur. Il se dégage, pendant cette opération, une odeur aromatique de quinine ou de cinchonine très-facile à reconnaître pour ceux qui se sont occupés de ces alcaloïdes.

Les quinates de quinine et de cinchonine obtenus dans la liqueur ne cristallisent que très-difficilement à cause d'un peu de matière colorante jaune, et d'une substance poisseuse particulière dont nous ignorons la nature, et dont il nous a été jusqu'ici presque impossible de débarasser tout-à-fait ces quinates. Ce n'est

que par des solutions répétées que nous sommes parvenus à les avoir cristallisés. L'évaporation dans le vide n'a pas donné de meilleurs résultats. Nous avons aussi séparé une portion de la matière jaune colorante au moyen d'une petite quantité d'alumine pure.

Ces quinates, isolés d'une manière qui laisse peut-être beaucoup à désirer, pourront, nous en avons l'espoir, être par la suite obtenus en cristaux plus purs et plus blancs ; nous pensons cependant que, dans l'état où nous les présentons, ils offrent encore de l'intérêt, et c'est ce qui nous a engagés à les exposer sous les yeux de l'Académie.

Quinate de quinine naturel.

Ce composé, dont la coloration des cristaux nous a empêchés d'en déterminer la forme, est très-soluble dans l'eau, très-amer, peu soluble dans l'alcool à 36°. Il est décomposable au feu sans laisser de résidu sensible. Évaporé, il se réduit en un enduit visqueux qui, humecté et exposé à l'air, fournit des grains cristallins.

L'ammoniaque, la potasse, l'eau de chaux le décomposent en donnant lieu à de la quinine et à des quinates de potasse, de chaux, etc.

Quinate de Cinchonine naturel.

Ce sel se comporte comme le précédent. L'ammoniaque y donne un précipité moins floconneux, et qui, dissous dans l'alcool, est susceptible de cristalliser.

Nota. L'échantillon que nous avons présenté était mêlé de la matière poisseuse particulière qui envelop-

pait ses cristaux, que l'on apercevait cependant très-bien.

Nous avons vu que ces composés donnaient avec la chaux en bouillie une décomposition d'où résultait de la quinine, de la cinchonine et du quinate de chaux très-aisé à isoler ensuite. C'était donc sans aucun doute de véritables quinates. Voulant toutefois en obtenir de nouvelles preuves, nous les avons décomposés par deux autres moyens.

1°. En formant avec la base un sel soluble.

2°. En produisant un sel à peine soluble.

1°. Ayant fait dissoudre dans l'alcool le sel à base organique, on y a ajouté par gouttes de l'acétate ou du muriate de chaux dissous dans l'alcool. Il s'est formé un abondant précipité de quinate de chaux qui fut purifié. La liqueur alcoolique évaporée, contenant beaucoup d'acétate ou de muriate de quinine, refusa néanmoins de cristalliser à cause de la substance poisseuse qu'elle renfermait également. Nous avons donc pris un mode inverse.

2°. A cet effet, nous avons dissous le quinate de quinine dans l'eau pure, et nous y avons ajouté avec précaution de l'oxalate neutre de potasse en léger excès. Après l'action d'une légère chaleur, le tout fournit des cristaux grenus, blancs, qui, lavés à l'eau, puis redissous dans l'alcool à 32°, donnèrent de l'oxalate de quinine en belles aiguilles soyeuses nacrées, et dont les réactifs ont très-bien démontré la nature.

Le quinate de potasse transformé en sel de chaux au moyen de l'acétate de cette base et le nouveau sel cal-

caire isolé par l'alcool à 36°, nous a fourni une assez grande quantité de quinate de chaux cristallisé.

De la Préexistence de l'alcalinité organique.

Passons maintenant à quelques essais qui nous ont fait reconnaître l'alcalinité des bases organiques.

L'emploi des acides et des oxides métalliques dans l'extraction des alcaloïdes avait fait penser à plusieurs habiles chimistes que l'alcalinité de ces nouveaux principes immédiats provenait peut-être d'une réaction opérée par les agens mis en usage. Déjà, pour répondre à cette objection, M. Robinet, dans un travail sur l'emploi des sels neutres dans l'analyse végétale, avait donné des preuves assez plausibles de cette préexistence alcaline, en formant des sels à base organique par double décomposition. Ce Mémoire ayant été l'objet de plusieurs contestations, nous avons cru devoir agir sur les quinquinas d'une manière assez analogue à celle mise en pratique par notre confrère M. Robinet, mais en isolant autant que possible d'avance la matière colorante. Ayant donc fait bouillir le quinquina jaune dans l'eau distillée, et rapproché en sirop le produit, on y a versé, comme il a été dit déjà, de l'eau froide, puis le dépôt séparé par le filtre, la liqueur fut mise en ébullition avec de la colle animale; on fit évaporer au bain-marie, en extrait mou, et on sépara à l'aide de l'alcool à 35°, le quinate de quinine présumé et un peu de matière colorante jaune. Ce produit, évaporé, était légèrement acide. Nous l'avons saturé avec soin par quelques parcelles de carbonate de chaux, puis rapproché et repris successivement par l'alcool et par l'eau (il ne

contenait point sensiblement de sel calcaire); on a versé alors dans la liqueur claire une solution d'oxalate neutre de potasse. Il en est résulté à la fois de l'oxalate de quinine qui a été purifié et du quinate de potasse. L'oxalate étant mêlé d'une matière colorante rosée et jaune, on eut d'abord assez de difficulté à le faire bien cristalliser; cependant on y parvint. Il n'y eut donc plus de doute sur la préexistence de l'alcalinité de la quinine, puisque par double décomposition on parvint à obtenir un nouveau sel de quinine dans une décoction simple de quinquina qui n'avait été traitée primitivement ni par les acides ni par les oxides métalliques; et que, d'ailleurs, nous avions isolé les combinaisons naturelles de quinine et d'acide quinique, en employant, à la vérité, l'oxide de plomb, qui n'a pu influer en rien, comme l'expérience précédente le prouve.

Nota. Nous avons commencé sur l'opium et la noix vomique des essais tendant au même but.

Nous croyons que si, dans les essais tentés avant nous, on n'a pas réussi, c'est parce qu'on a cherché à former avec la quinine un sel soluble dans l'eau (le sulfate, le muriate, etc.), qui sont restés mêlés à la matière colorante, et qui ont toujours refusé de cristalliser. Cet essai sur la préexistence de l'alcalinité nous faisant envisager l'action des oxides et des acides comme nulle dans ce cas, nous croyons devoir conseiller l'emploi de l'acide sulfurique affaibli pour la décoction de quinquina dans l'extraction du quinate naturel; l'opération n'en est que plus facile, et la solubilité de ce quinate plus entière.

Nous avons annoncé plus haut que nous présumions dans les quinquinas l'existence d'une autre combinaison de quinine ou de cinchonine que celle formée avec l'acide quinique.

Cette combinaison résulte de l'union de ces bases organiques avec la matière colorante. On sait quelle influence cette matière exerce dans la décoction des quinquinas, puisque sa présence même en très-petite proportion dans les liqueurs contenant le sulfate de quinine suffit pour empêcher ou pour gêner la cristallisation de ce sel. On sait de plus, par le travail intéressant de M. Henry père sur l'action réciproque du sulfate de quinine ou de cinchonine et de certains vins, que plusieurs de ces liquides sont décolorés en partie, et qu'il se précipite une certaine quantité de quinine en combinaison très-intime avec la matière colorante; combinaison que les acides ne peuvent détruire complètement. D'autres essais, qui nous sont propres, et que nous allons avoir l'honneur d'exposer, nous fortifient encore plus dans notre opinion sur le rôle que joue dans les quinquinas la matière colorante, soit soluble, soit insoluble. Avant de parler de ces combinaisons particulières, donnons en peu de mots quelques essais capables de trouver plus loin leur application.

Ayant fait dissoudre dans l'alcool bouillant, légèrement acidulé, une certaine quantité de rouge cinchonique, nous l'avons précipité par une grande proportion d'eau distillée, puis lavé jusqu'à ce que le liquide en sortît pur; dans cet état, la matière colorante ne contenait ni quinine ni cinchonine. On la traita de nouveau par l'alcool, et la liqueur rouge fut filtrée.

Nous avons alors ajouté du sulfate de quinine nullement acide, et après avoir chauffé pour opérer la dissolution entière, nous avons évaporé le tout à une douce chaleur jusqu'à siccité. La matière sèche, pulvérisée avec beaucoup de soin et traitée par une très-grande masse d'eau pure, fournit, par l'évaporation lente de ce liquide, du sulfate acide de quinine; tandis que la poudre, lavée jusqu'à ce qu'il n'y eût plus d'acide sulfurique, contenait de la quinine. En effet, l'ayant encore une fois redissoute dans l'alcool, on ajouta dans la colature un excès de chaux ou de magnésie caustique, et l'alcool surnageant, filtré et évaporé, donna des quantités très-appréciables de quinine, qui fut ensuite transformée en sulfate.

Nous avons remplacé le sulfate neutre de quinine par du sulfate très-acide, dissous dans l'alcool, et un effet semblable à celui obtenu précédemment s'est produit de nouveau, moins abondamment cependant.

La matière colorante avait donc pu enlever au sulfate de quinine une certaine quantité de sa base, pour donner naissance à la fois à un sel acide et à une combinaison particulière sur laquelle l'acide était sans action. C'est la même chose qui arrive avec certaines matières colorantes des vins. Ainsi il y avait dans le liquide, en même temps, et un sel acide de quinine et une combinaison de quinine avec la matière colorante en excès.

Le même phénomène a lieu pour la décoction aqueuse des quinquinas, où nous avons annoncé la présence simultanée du quinate acide de quinine et des matières colorantes, en partie combinées avec l'alcali organique. Passons à l'examen de ces combinaisons.

De la Matière colorante jaune.

Cette substance enlevée à l'aide de l'éther sulfurique, qui fut distillé ensuite, a été obtenue du résidu de cette distillation traité par l'eau froide. On sépara en même temps une petite quantité de matière rosée qui se déposa au fond du vase : quant à la substance jaune, elle était plutôt astringente qu'amère ; combinée avec un excès d'alumine pure en gelée et mise dans l'alcool bouillant, ce véhicule ne lui enleva point de quinine. Nous pensons donc qu'il ne paraît pas exister de combinaison entre l'alcaloïde et la matière colorante jaune.

De la Matière colorante rouge soluble (1).
(*Sa combinaison avec de la quinine.*)

Cette combinaison existe dans la partie de liqueur qui provient de la décoction aqueuse de quinquina, rapprochée en sirop épais et traitée par l'eau froide, puis filtrée ; elle est mêlée principalement aux quinates acides de chaux et de quinine et à la matière jaune. On se rappelle que c'est de cette liqueur que nous avons isolé le quinate de quinine naturel. Pour constater l'existence de la combinaison désignée ci-dessus, nous avons suivi deux modes :

1°. Après avoir saturé presqu'entièrement l'acide quinique libre à l'aide du carbonate de chaux ajouté par

(1) Différens essais tentés sur l'écorce de quinquina gris nous font croire qu'il en est de même pour les combinaisons de la matière colorante soluble ou insoluble avec la cinchonine.

pincées, nous avons fait chauffer la liqueur avec de la colle animale; puis, ayant rapproché au bain-marie en consistance d'extrait, nous avons versé sur le résidu une certaine quantité d'alcool à 30 ou 32 degrés, puis filtré et évaporé le liquide. Le produit de cette évaporation, traité par l'eau froide, fournit du quinate de quinine, et la quinine resta indissoute.

Nota. Il fallut plusieurs solutions répétées pour obtenir le sel de quinine, car il était mêlé d'une substance poisseuse, d'odeur de colle, qui gêna beaucoup son extraction.

2°. La liqueur claire de quinquina naturellement acide fut mise à une douce chaleur avec l'hydrate de plomb, jusqu'à décoloration complète et neutralisation de la liqueur. Celle-ci, filtrée et privée de plomb, contenait les quinates acides de chaux et de quinine, et le dépôt traité par l'alcool fournit à ce menstrue une certaine quantité de quinine; il ne renfermait pas d'ailleurs de proportions notables de sous-quinate de plomb, mais il contenait la matière colorante combinée avec l'oxide de ce métal.

Nous sommes donc portés à croire qu'une partie de la matière colorante rouge soluble est unie avec une petite proportion de quinine. Ce composé est rougeâtre orangé, se fonce et se trouble en refroidissant; il laisse alors précipiter une poudre rouge; il est de plus soluble dans l'eau, dans l'alcool, et dans les acides, qui le décolorent très-visiblement.

De la Matière colorante rouge insoluble (rouge-cinchonique). Combinaison de la quinine avec cette substance.

Cette combinaison, mieux caractérisée que la précédente, est assez abondante dans la décoction de quinquina ; elle est à peine soluble dans l'eau, beaucoup dans l'alcool ; dissoute à chaud par les acides affaiblis, elle se précipite en grande partie par le refroidissement ; elle constitue presqu'entièrement le dépôt briqueté que forme l'eau froide dans la décoction aqueuse de quinquina rapprochée en extrait, et dont il a été question dans la première partie de ce Mémoire. Séchée et réduite en poudre, elle est d'un rouge sale ; son amertume ne se développe que lentement dans la bouche. Les acides ne paraissent pas la décomposer sensiblement ; les alcalis seuls en isolent la base en formant avec la partie colorante de nouveaux composés. Il est très-facile par ce moyen d'en séparer l'alcaloïde ; il suffit de faire dissoudre la combinaison dans l'alcool bouillant, d'y ajouter un excès de magnésie pure ou de chaux éteinte : l'alcool, filtré et évaporé, donne une quantité très-sensible de quinine que nous avons sulfatée facilement.

Lorsque la combinaison de rouge cinchonique et de quinine a été bien exactement lavée à l'eau pure, le dépôt calcaire ou magnésien traité par l'eau froide ne fournit pas de quinates de ces deux bases ; la quinine était donc bien unie à la matière colorante.

Ce composé particulier, étant soluble à chaud dans les acides faibles, n'est enlevé qu'en partie dans la décoction aqueuse de quinquina, dont l'excès d'acide qui-

nique est peu énergique ; il se dépose par le refroidissement. Les acides sulfurique et hydro-chlorique étendus peuvent le dissoudre tout entier, comme cela arrive dans la préparation du sulfate de quinine ; mais les liqueurs, en se refroidissant, se troublent, deviennent d'un rouge jaunâtre et laissent précipiter cette combinaison. On peut la recueillir, la laver exactement, et s'assurer ensuite, par le moyen proposé ci-dessus, qu'elle renferme de la quinine. Quand, au lieu d'ajouter un excès d'alcali dans la décoction acide de quinquina, on n'en met qu'une très-petite quantité, on voit un dépôt rougeâtre se former ; ce dépôt, séparé, lavé et analysé, se trouve composé de quinine et de rouge cinchonique ; les acides ne sont donc pas propres à le décomposer, et l'action des alcalis et des oxides métalliques, tels que l'hydrate de plomb, est seule capable de le faire. Aussi est-il bien nécessaire, dans la préparation du sulfate de quinine, de mettre un excès de chaux ou de magnésie dans les décoctions de quinquina à l'aide des acides sulfurique ou hydro-chlorique, sinon la combinaison de quinine et de rouge cinchonique, précipitée avec la quinine et la laque calcaire ou magnésienne, serait dissoute par l'alcool en même temps que l'alcaloïde, et donnerait une teinture alcoolique rouge qui, distillée ensuite, laisserait pour résidu avec la quinine la combinaison ci-dessus sous forme de poudre rougeâtre.

Suppositions. La décoction simple de quinquina peut donc être assimilée à une sorte de dissolution où une base salifiable se trouverait en présence de plusieurs acides, tous capables d'entrer avec elle en combinaison,

et de former alors deux ou trois composés salins, plus des acides libres; car on sait que, pour éliminer entièrement un acide d'une de ces combinaisons, il faut ajouter beaucoup plus d'un autre acide que la base n'en exigerait pour sa saturation. Sans doute cette manière d'envisager les faits est peut-être problématique; on ne peut toutefois nier, dans la décoction de quinquina, l'existence simultanée des combinaisons de la quinine avec la matière colorante et avec l'acide quinique, tous deux en excès. En était-il ainsi primitivement dans ce végétal? C'est ce qu'on ne pourait décider; il faudrait suivre, ce qui est difficile, les progrès de la végétation pour en découvrir quelque chose. Il est certain cependant que puisque les acides n'attaquent qu'à peine la combinaison de matière colorante rouge insoluble et de quinine, l'acide quinique n'a pas dû avoir d'action sensible sur ce composé. Quant à cette combinaison insoluble, dira-t-on qu'elle est le résultat de l'action du rouge cinchonique sur le quinate de quinine? C'est ce qu'il n'est pas facile de décider; cependant nous voyons que si cela se passe ainsi, ce doit être seulement, nous le répétons, dans l'acte de la végétation. Car, lorsqu'on met infuser à plusieurs reprises dans l'eau chaude l'écorce de quinquina réduite en poudre fine, on n'enlève que les quinates de chaux et de quinine, etc., la combinaison de matière rouge soluble et de quinine, plus un peu de la combinaison insoluble dont l'excès d'acide quinique a favorisé la solubilité; et l'écorce, épuisée ainsi, retient une assez grande quantité de cette dernière combinaison; ce qui semblerait faire penser qu'elle préexiste réellement; car l'action de l'eau bouil-

lante doit en déterminer la réaction pour donner naissance à ce nouveau produit. Citons deux nouvelles expériences qui peuvent donner quelque préalabilité à la préexistence de la combinaison du rouge cinchonique avec la quinine.

1°. Nous avons pris une certaine quantité de ce rouge bien pur, et, après l'avoir dissous dans l'alcool, on y a mêlé du sulfate de quinine également dissous dans les mêmes menstrues et auquel on avait ajouté quelques gouttes d'acide; le tout étant filtré avec soin, nous y avons mis dix ou douze fois le même poids d'eau distillée. (La solution alcoolique du sulfate de quinine, traitée à part par la même proportion d'au, ne fournit aucun précipité.) Aussitôt le mélange se troubla et laissa précipiter une poudre floconneuse rouge qui fut lavée avec le plus grand soin. Cette poudre recueillie, dissoute de nouveau dans l'alcool et traitée alors par un excès de magnésie caustique, donna un dépôt insoluble où la matière colorante était fixée; l'alcool surnageant avait peu d'amertume; on l'évapora au bain-marie, et le produit fut une substance verdâtre, poisseuse, à peine soluble dans l'acide sulfurique très-faible qu'elle ne saturait pas; étendue d'eau alors, on n'obtint dans la colature que quelques traces de quinine : on peut donc regarder que dans cette précipitation le rouge cinchonique n'avait pas agi sensiblement sur le sel de quinine, tandis que, dans l'expérience où le tout fut évaporé à siccité, il en avait enlevé une partie.

2°. Une teinture de quinquina jaune très-chargée fut mise, comme ci-dessus, avec dix ou douze fois son poids d'eau pure. Le dépôt, bien lavé et traité de la

même manière que le précédent, fournit une proportion très-notable de quinine.

Il est donc probable qu'ici l'eau n'a pas décomposé la combinaison naturelle existant entre l'alcaloïde et le rouge cinchonique, et qu'elle n'a pu non plus déterminer sa formation en faisant agir cette matière colorante sur le quinate acide de quinine, puisque l'expérience précédente paraît prouver le contraire.

Aussi tout nous porte à croire à la préexistence simultanée des combinaisons de quinine avec le rouge cinchonique et avec l'acide quinique.

Conclusions.

De ces expériences il semble résulter principalement :

1°. Que l'alcalinité préexiste dans les substances alcalines, nommées *alcaloïdes* ;

2°. Que dans les écorces de quinquina les bases végétales paraissent unies à la fois à l'acide quinique en excès et à la matière colorante rouge, soluble et insoluble ;

3°. Enfin, que les quinates de quinine et de cinchonine naturels peuvent être isolés, et que l'on parvient, quoique difficilement, à les avoir cristallisés.

SUR *l'Existence d'une Limite passé laquelle les corps n'éprouvent plus aucune évaporation.*

PAR M. FARADAY.

PERSONNE n'ignore que la tension des vapeurs qui s'élèvent de tous les corps connus, augmente avec la température. En exposant certains de ces corps à des froids très-intenses, on peut tellement atténuer la vapeur qu'ils fournissent, qu'elle échappe à nos réactifs les plus délicats. Les physiciens admettent, toutefois, qu'alors même, mathématiquement parlant, la vapeur n'a pas cessé d'exister; telle est l'opinion que M. Faraday s'est proposé de combattre dans l'écrit dont on va lire l'extrait.

Les argumens de l'auteur sont de deux espèces : les uns reposent sur des considérations théoriques; les autres s'appuient sur des expériences; nous commencerons par ces derniers.

M. Faraday avait anciennement attaché une feuille d'or, sous le bouchon d'une bouteille renfermant quelques gouttes de mercure. Après plusieurs mois, il trouva la feuille blanchie : il s'était donc formé de la vapeur du mercure et l'or l'avait absorbée. La température, dans l'intervalle, avait varié entre $+15°,5$ centig. et $+26°,7$.

L'expérience fut répétée *dans l'hiver* de 1824 à 1825; alors la feuille resta intacte, quelque peu éloignée qu'elle se trouvât de la surface du mercure. M. Faraday conclut de là qu'à la température de l'hiver, le mercure n'éprouve absolument *aucune* évaporation.

La vapeur de l'acide sulfurique concentré, a une force élastique de $0^m,760$, à la température d'environ 300° centigrades; mais cette force diminue très-rapidement, avec les degrés du thermomètre. Aux températures qu'acquiert naturellement l'atmosphère à Milan, il n'y a déjà plus sur l'acide aucune trace quelconque de vapeur. M. Bellani, en effet, ayant suspendu une feuille de zinc dans une bouteille fermée au fond de laquelle il avait placé une couche d'acide sulfurique concentré, trouva, au bout de deux ans, que le zinc s'était conservé parfaitement intact, qu'il n'avait rien perdu de son éclat.

Dans le Mémoire de sir H. Davy sur les phénomènes électriques qui se manifestent au milieu des gaz très-raréfiés (*voyez* ces *Annales*, tom. xx, page 168 et suiv.), on trouve des expériences destinées à montrer jusqu'à quel point un abaissement dans la température du vide de Toricelli, diminue, soit la faculté dont ce vide jouit de devenir lumineux par l'électricité, soit celle de donner passage à un courant électrique. Or, aussitôt que la température eut atteint le 20me degré Fahr. (—7°,3), toute diminution cessa, et à —20° Fahr. (— 28°,9 cent.), les phénomènes étaient exactement les mêmes et semblables à ceux qu'offrait le vide formé au-dessus de l'étain. M. Faraday voit encore ici un nouvel argument en faveur de son hypothèse; à — 7°,3 cent., suivant lui, toute la vapeur du mercure s'était précipitée : en l'admettant, il n'y aurait en effet aucune raison pour que les phénomènes changeassent de caractère à la suite d'un plus grand abaissement du thermomètre.

M. Faraday cite tous les métaux connus, les terres, le charbon, beaucoup d'oxides métalliques, et le plus grand nombre de leurs composés, comme des corps qui, dans son opinion, n'émettent pas de vapeurs aux températures ordinaires. Il ne pense pas que l'odeur dont quelques métaux sont doués, puisse être considérée comme une objection sérieuse, à cause qu'il n'y a vraiment d'odeur qu'après un frottement préalable.

Voici maintenant un aperçu des considérations théoriques sur lesquelles s'appuie aussi l'ingénieux professeur de l'Institution royale.

Les molécules élémentaires des fluides aériformes sont soumises à des forces répulsives qui tendent à les séparer : c'est là, pour le dire en passant, l'origine de la pression qu'exercent ces fluides sur toutes les parois des récipiens où ils se trouvent renfermés. La force répulsive diminue rapidement avec la densité du gaz ; or, comme toutes les molécules sont soumises aussi dans un lieu donné à l'action constante de la gravité, si, par une cause quelconque, le gaz se dilate, il arrivera un moment où les forces contraires qui les sollicitent se contre-balanceront mathématiquement. A cet instant, le gaz pourra remplir entièrement un vase sans néanmoins exercer aucune pression quelconque sur la paroi supérieure.

Les choses étant dans cet état, supposons avec M. Faraday, qu'à l'aide d'une pompe pneumatique, on enlève la moitié du gaz renfermé dans le vase ; la moitié restante n'en remplira plus désormais la capacité ; elle se réunira dans la moitié inférieure de l'appareil en une couche d'une densité précisément égale à celle

qu'elle avait avant l'action de la pompe : c'est alors seulement, en effet, que les forces élastique et de gravité se contre-balanceront mutuellement.

Une seconde force, d'après notre auteur, intervient dans ces phénomènes : c'est l'action que la matière solide ou liquide exerce sur les molécules qui s'en détachent. Suivant lui, cette force peut amener la condensation de toute vapeur douée d'une faible tension; voici l'expérience dont il appuie cette opinion.

On introduit quelques petits fragmens de camphre dans un tube de verre bien propre, d'environ un demi pouce de diamètre; on scelle ensuite ce tube à la lampe, après l'avoir entièrement purgé d'air, et l'on réunit tout le camphre à l'une de ses extrémités. Supposons qu'on enveloppe alors l'extrémité opposée avec du papier brouillard et qu'on l'entretienne humide à l'aide d'une mèche de coton plongeant dans un vase rempli d'eau; sa température, par suite de l'évaporation, sera toujours de quelques degrés plus froide que celle de l'extrémité où toutes les parcelles de camphre se trouvent ramassées, et après un petit nombre de jours, on remarquera que plusieurs cristaux de cette substance s'y sont déposés.

Le nombre de ces cristaux est toujours très-petit; on en découvre rarement plus de trois ou quatre; ils augmentent progressivement de dimensions tant que l'appareil reste dans le même état, mais jamais il ne s'en forme de nouveaux à moins que la différence de température des deux extrémités du tube ne soit considérable.

Il suffit d'un peu de réflexion, dit M. Faraday, pour

voir qu'après leur première formation dans l'extrémité froide du tube, les cristaux ont la faculté de diminuer la tension de la vapeur de camphre dont ils sont entourés; cette tension, en effet, se conserverait invariablement la même tant que le verre du tube resterait à une température constante, si les cristaux ne condensaient pas perpétuellement la vapeur. L'expérience réussit également bien avec l'iode et plusieurs autres substances. Il n'y a donc aucune difficulté à concevoir qu'à la suite d'une très-forte diminution de température, la tension de la vapeur dont un corps solide ou fluide est entouré, soit tellement affaiblie, que ce corps, par son attraction d'aggrégation, attire à lui *toute* la vapeur et occasione sa condensation complète.

Après avoir essayé de reproduire dans cet extrait la substance du Mémoire de M. Faraday, nous ne devons pas négliger de dire, en terminant, que cet habile observateur a lui-même signalé toute l'analogie qui existe entre les argumens sur lesquels il appuie son opinion et ceux que M. Wollaston avait déjà développés en 1822, pour établir que l'atmosphère terrestre ne s'étend pas à l'infini. (*Voyez* ces *Annales*, tome xx, page 199.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 21 mai 1827.

Mgr le Garde des Sceaux adresse un échantillon d'une encre indélébile de M. Delattre; M. Mangin en-

voie un Mémoire intitulé : *Moyen unique d'obtenir de grands avantages de l'emploi des paratonnerres*; M. Mérieu demande qu'on fasse des expériences comparatives sur l'efficacité de tous les instrumens lithontriteurs proposés jusqu'ici; M. Tabareau envoie un troisième Mémoire sur la rupture des chaudières à vapeur.

M. Arago donne l'analyse détaillée d'un Mémoire que M. Kupffer lui a adressé de Kasan, sur les variations diurnes de direction et d'intensité qu'éprouve le magnétisme terrestre. (Nous imprimerons prochainement l'intéressant Mémoire de M. Kupffer.)

M. Girard, au nom d'une Commission, rend un compte favorable du modèle de train à quatre roues que M. Van-Hoorick a présenté.

La Commission, nommée au scrutin, qui examinera, cette année, les pièces susceptibles d'obtenir la médaille fondée par Lalande, se composera de MM. Arago, Bouvard, Mathieu, Damoiseau et Le Gendre.

M. Arago présente, de la part de l'auteur, M. Léopold Nobili de Reggio, un Mémoire intitulé : *Projet d'un instrument comparable propre à mesurer les courans électriques*. Nous rendrons compte de ce Mémoire lorsque les commissaires nommés par l'Académie auront fait leur rapport.

M. Faure lit un Mémoire sur l'iris et sur les pupilles artificielles.

M. Giroux de Buzareingues communique des observations et des expériences qu'il a faites sur la reproduction des animaux domestiques.

M. Benjamin Delessert lit pour M. Delille, pro-

fesseur à Montpellier, la Description d'un nouveau genre de la famille des cucurbitacées.

ANNONCE *des Prix décernés par l'Académie royale des Sciences pour l'année* 1827, *dans sa séance publique du* 11 *juin* 1827.

1°. GRAND PRIX DE SCIENCES NATURELLES.

L'Académie avait demandé, en 1825, comme sujet du prix qu'elle devait décerner cette année,

De présenter l'histoire générale et comparée de la circulation du sang dans les quatre classes d'animaux vertébrés, avant et après la naissance, et à différens âges.

Elle n'a reçu qu'un seul Mémoire avec cette épigraphe : *Natura non facit saltus.*

L'Académie a vu avec regret que ce travail très-étendu, et composé de 316 pages in-folio, soit entièrement physiologique, et non pas historique et anatomique, comme la question l'indiquait par les termes mêmes dans lesquels elle était rédigée : en conséquence elle se voit obligée de remettre ce sujet au concours pour l'année 1829. Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 3,000 francs.

2°. GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES,

Proposé en 1822 *pour* 1824, *remis au concours pour l'année* 1826, *et remis de nouveau au concours pour l'année* 1827.

L'Académie avait proposé la question suivante pour sujet du prix de mathématiques qu'elle devait décerner dans la séance de juin 1827 :

1°. *Déterminer par des expériences multipliées la densité qu'acquièrent les liquides, et spécialement le mercure, l'eau, l'alcool et l'éther sulfurique, par des compressions équivalentes au poids de plusieurs atmosphères ;*

2°. *Mesurer les effets de la chaleur produite par ces compressions.*

L'Académie a reçu deux pièces dans le délai indiqué. Celle qui porte pour épigraphe : « *Si les observations « précises font naître les théories, la précision des « théories provoque à son tour la précision des obser- « vations* » (Méc. céleste) a été jugée digne du prix. Les auteurs sont MM. Colladon et Sturm de Genève.

3°. PRIX D'ASTRONOMIE,

Fondé par M. de Lalande.

L'Académie, sur la proposition de la Commission, a décidé de partager, pour cette année, la médaille fondée par Lalande, entre M. Pons, directeur de l'Observatoire de Florence, et M. Gambart, directeur de l'Observatoire de Marseille, qui ont découvert, observé ou calculé les trois dernières comètes.

L'Académie regrette vivement de n'avoir aucun moyen d'exprimer tout le prix qu'elle attache aux intéressantes recherches astronomiques dont s'occupe M. Valz de Nîmes, avec une constance et une habileté dignes des plus grands éloges.

4°. PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE,

Fondé par M. de Montyon.

Six pièces, soit imprimées, soit manuscrites, ont été envoyées au concours : le prix a été décerné au Mé-

moire n° 3, adressé par M. Adolphe Brongniart, et qui a pour objet la génération des végétaux, avec 27 planches, dessinées par l'auteur.

L'ouvrage n° 2, qui a pour auteur M. Dutrochet, et qui est intitulé : *De l'agent immédiat du mouvement vital dévoilé dans sa nature et dans ses effets*, a aussi fixé l'attention de la Compagnie, comme rempli d'observations intéressantes et d'expériences ingénieuses; mais l'annonce de quelques-unes étant très-récente, et toutes n'ayant pas été répétées, l'Académie a conservé à l'auteur le droit de représenter son ouvrage au concours prochain.

5°. PRIX FONDÉ PAR M. DE MONTYON,

En faveur de celui qui aura découvert les moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.

Parmi les pièces envoyées au concours, une seule a paru digne de remarque : celle qui porte le n° 3, et qui a pour objet de prouver que les tisserands peuvent, au moyen d'un encollage ou parement particulier, établir leurs métiers dans des endroits sains et éclairés. Le procédé indiqué paraît efficace, et néanmoins l'Académie a pensé qu'il convenait d'attendre encore une année avant de le juger définitivement.

6°. PRIX FONDÉ PAR M. DE MONTYON,

En faveur de ceux qui auront perfectionné l'art de guérir.

L'Académie a reçu trente-six Mémoires ou ouvrages imprimés, destinés à concourir à ces prix. L'impos-

sibilité où elle serait d'examiner, chaque année, des travaux aussi étendus et aussi disparates, l'oblige de rappeler aux concurrens que, d'après les termes du testament et de l'ordonnance royale qui en règle l'exécution, elle n'est appelée à récompenser que des travaux qui auraient déjà conduit, au moment de sa décision, à un moyen nouveau et d'une efficacité constatée de traiter une ou plusieurs maladies. D'après les termes formels de l'ordonnance du Roi, des recherches physiologiques, pathologiques, anatomiques, quelque intérêt qu'elles puissent présenter, quelque sagacité qu'elles supposent, n'ont droit à ces prix qu'à partir de l'époque où l'on en a déduit une nouvelle méthode de guérir. L'Académie, en conséquence, malgré le mérite très-distingué de plusieurs des ouvrages soumis à son examen, n'a cru pouvoir décerner que deux prix :

L'un, de 10,000 fr., à MM. Pelletier et Caventou, à qui l'art de guérir est redevable de la découverte du sulfate de quinine ;

L'autre, de 10,000 fr., à M. Civiale, comme ayant pratiqué le premier sur le vivant la lithotritie, et pour avoir opéré avec succès, par cette méthode, beaucoup de calculeux.

Néanmoins l'Académie a pensé pouvoir encore, pour cette fois seulement, décerner les médailles d'encouragement suivantes :

Une médaille de 5,000 fr., pour la seconde édition de l'ouvrage de M. Laennec, intitulé : *De l'Auscultation médiate* ;

A M. Le Roi d'Etioles 2,000 fr., pour son Exposé des divers procédés employés jusqu'à ce jour pour gué-

rir de la pierre sans avoir recours à l'opération de la taille ;

A M. Henri (Ossian) 2,000 fr., pour avoir perfectionné l'art d'extraire le sulfate de quinine, et avoir fait diminuer de beaucoup la valeur commerciale de ce sel ;

A M. Rostan 1,500 fr., pour l'ouvrage intitulé : *Cours de Médecine clinique* ;

A M. Gendrin 1,500 fr., pour son *Histoire anatomique des Inflammations* ;

A M. Bretonneau 1,500 fr., pour son *Traité des Inflammations spéciales du tissu muqueux* ;

A M. Ollivier d'Angers 1,500 fr., pour son *Traité de la Moelle épinière et de ses maladies* ;

A M. Bayle 1,500 fr., pour le *Traité des Maladies du cerveau et de ses membranes* ;

Enfin, une somme de 1,000 fr., à M. Rochoux, pour l'aider à faire imprimer ses *Recherches sur les différentes maladies* qu'on appelle *fièvre jaune*.

Les valeurs de ces médailles d'encouragement seront imputées sur les sommes que le testateur a léguées pour récompenser les ouvrages et découvertes qui concourent efficacement, soit à préserver de certaines maladies, soit à en perfectionner le traitement.

7°. PRIX DE STATISTIQUE.

M. le baron de Montyon a fondé un prix annuel de statistique qui doit être décerné par l'Académie. Le but principal de cette institution est d'encourager la recherche des faits authentiques qui intéressent l'éco-

nomie publique, et de répandre de plus en plus la connaissance de ces faits.

Au nombre des pièces envoyées au concours de cette année se trouvent des productions remarquables : l'Académie a reconnu avec une vive satisfaction que la science de la statistique et ses applications ont fait d'heureux progrès dans ces dernières années. Les grandes administrations ont procuré la libre connaissance des résultats, et même ont publié des ouvrages importans qui ont servi de modèle. Les auteurs des Mémoires présentés au concours se sont attachés à recueillir des documens certains, en indiquant avec soin les sources où ces documens ont été puisés. Ainsi le nombre des élémens d'une étude exacte et régulière s'est considérablament augmenté. Les vœux de l'illustre fondateur et ceux des amis des sciences ont été accomplis.

L'Académie, qui avait à décerner cette année un prix double, couronne *ex æquo* les deux ouvrages suivans (on les indique ici dans l'ordre de l'inscription), savoir :

N° 1. *La Description statistique du département de l'Aisne.* Cet ouvrage satisfait à toutes les conditions que l'on peut désirer de réunir ; il résulte de recherches assidues, entreprises par un auteur très-exercé, qui a puisé dans des sources connues et authentiques. Ce travail s'étend à tous les objets que la statistique doit considérer ; il offre un recueil d'un nombre immense de faits administratifs dont la connaissance est d'une utilité incontestable.

L'auteur est M. Brayer, chef de bureau à la Préfecture du département de l'Aisne.

N° 2. L'ouvrage ayant pour titre *OEnologie française*. Il présente la description statistique de tous les vignobles de la France, et fait connaître, non-seulement pour chaque département, mais aussi pour chaque arrondissement de sous-préfecture, avec beaucoup de précision, l'étendue superficielle, les produits, les prix, les lieux d'exportation, les procédés en usage, l'emploi dans la consommation intérieure ou pour le commerce extérieur et la distillation, les produits de la distillation des liqueurs spiritueuses de toute espèce. L'auteur a étendu les mêmes recherches à la bière et au cidre. Tous ces documens sont extraits des registres publics, ou discutés et vérifiés par des communications administratives. Il est évident qu'un pareil travail est sujet à des omissions et incertitudes inévitables; mais cet ouvrage, qu'il sera très-facile de perfectionner, offrant un mode de recherches spéciales appliqué à un objet déterminé et aussi important, méritait la plus honorable distinction.

L'auteur est M. Cavoleau, membre de la Société royale et centrale d'Agriculture.

Chacun des auteurs de ces ouvrages recevra en prix une médaille d'or d'une valeur égale à celle du prix annuel de statistique.

Parmi les ouvrages présentés au concours, l'Académie a remarqué comme digne d'une première mention honorable un manuscrit fort étendu, intitulé : *Statistique de la Corse*. L'auteur est M. le chevalier François-Cuneo d'Ornano. L'étude statistique de cette partie

du territoire français présentait des difficultés considérables. Il n'existait encore aucun ouvrage où l'on eût rassemblé tous les faits importans qui concernent ce pays. Le travail de l'auteur a donc, sous ce rapport, un mérite remarquable. Plusieurs parties de cette description ont paru traitées avec un grand soin ; d'autres sont encore imparfaites, et l'on n'a pu acquérir la preuve de l'authenticité des sources où l'on a puisé. C'est principalement ce motif qui n'a point permis d'admettre au partage du prix un travail si important par son objet, et si recommandable par les sentimens généreux qui ont inspiré l'auteur.

L'Académie accorde une seconde mention honorable *ex æquo* à deux atlas statistiques de la France :

L'un est intitulé : *Nouvel Atlas du royaume de France*; par M. Perrot et M. Aupick, officier supérieur au Corps royal d'état-major;

L'autre est un Atlas géographique et statistique. L'éditeur est M. Alexandre Baudoin.

Ces deux pièces ne pouvaient être mises sur le même rang que les précédentes, parce qu'elles ont pour objet seulement de réunir des faits déjà connus ; mais la publication des ouvrages de ce genre est d'une utilité générale : ils facilitent le rapprochement et la comparaison des résultats ; ils en propagent la connaissance, et contribuent à répandre des notions justes et exactes sur des questions qui intéressent l'ordre civil.

L'Académie a reçu d'autres Mémoires très-importans sur diverses questions qui dépendent aussi de l'étude de la statistique ; ces pièces n'ont point été considérées par leurs auteurs ou par l'Académie comme étant com-

prises dans le présent concours, parce qu'elles n'ont point pour objet la recherche immédiate de nouveaux faits, mais plutôt la comparaison des résultats et l'examen de diverses questions d'économie publique. Considérés sous ce point de vue, ces Mémoires n'appartiennent pas à la statistique proprement dite, mais ils méritent à d'autres égards la reconnaissance publique.

PROGRAMME *des Prix proposés par l'Académie royale des Sciences pour les années* 1828, 1829 *et* 1830, *dans sa séance publique du* 11 *juin* 1827.

NOUVEAU GRAND PRIX DE SCIENCES NATURELLES.

L'Académie propose comme sujet du prix des Sciences naturelles, qui sera distribué dans la séance publique du premier lundi de juin 1830,

Une description, accompagnée de figures suffisamment détaillées, de l'origine et de la distribution des nerfs dans les poissons. On aura soin de comprendre dans ce travail au moins un poisson chondroptérygien, et, s'il est possible, une lamproie, un acauthoptérygien thoracique et un malacoptérygien abdominal.

Rien n'empêchera que ceux qui en auront la facilité, ne multiplient les espèces sur lesquelles porteront leurs observations; mais ce que l'on désire surtout, c'est que le nombre des espèces ne nuise pas au détail et à l'exactitude de leurs descriptions; et un travail qui se bornerait à trois espèces, mais qui en exposerait plus complètement les nerfs, serait préféré à celui qui, em-

brassant des espèces plus nombreuses, les décrirait plus superficiellement.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Les Mémoires devront être remis au secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1830.

Ce terme est de rigueur.

GRAND PRIX DE SCIENCES NATURELLES.

Proposé en 1825 *pour l'année* 1827, *remis au concours pour l'année* 1829.

L'Académie avait proposé le sujet suivant, pour le prix de physique qu'elle devait décerner dans sa séance publique de juin 1827 :

Présenter l'histoire générale et comparée de la circulation du sang dans les quatre classes d'animaux vertébrés, avant et après la naissance, et à différens âges.

Aucune des pièces envoyées au concours n'ayant obtenu le prix, l'Académie propose de nouveau le même sujet pour l'année 1829.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi de juin 1829. Les Mémoires devront être remis au secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES,

Proposé en 1826 *pour* 1828.

Presque toutes les tentatives faites pour découvrir les lois de la résistance des fluides pèchent contre la pre-

mière règle des expériences, par laquelle on doit s'attacher à décomposer les phénomènes dans leurs circonstances les plus simples. En effet, on s'est le plus souvent borné à observer le temps employé par différens corps à parcourir un espace donné dans un fluide en repos, ou le poids qui maintient en équilibre un corps exposé au choc d'un fluide, ce qui ne peut faire connaître que le résultat total des divers actions que ce fluide exerce sur chacun des points de la surface du corps, actions très-variées et souvent contraires. Dans cet état de choses, il s'opère des compensations qui masquent les lois primordiales du phénomène, et rendent les données de l'observation inapplicables pour tout autre cas que celui qui les a fournies. M. Dubuat, auteur des *Principes d'hydraulique*, paraît être le premier qui se soit aperçu de ce défaut, et qui, pour l'éviter, ait cherché à mesurer les pressions locales dans les diverses parties de la surface des corps exposés au choc d'un fluide en mouvement. Ses expériences, en petit nombre, qu'il ne lui a pas été possible de varier beaucoup quant à la forme des corps, présentent néanmoins des résultats curieux. L'Académie a pensé qu'il était utile de reprendre ces expériences avec des instrumens perfectionnés, de les multiplier, et d'en varier encore plus les circonstances; et elle propose en conséquence pour sujet de prix le programme suivant :

Examiner dans ses détails le phénomène de la résistance de l'eau, en déterminant avec soin par des expériences exactes, les pressions que supportent séparément un grand nombre de points convenablement

choisis sur les parties antérieures, latérales et postérieures d'un corps, lorsqu'il est exposé au choc de ce fluide en mouvement, et lorsqu'il se meut dans le même fluide en repos; mesurer la vitesse de l'eau en divers points des filets qui avoisinent le corps; construire sur les données de l'observation les courbes que forment ces filets (1); *déterminer le point où commence leur déviation en avant du corps; enfin établir, s'il est possible, sur les résultats de ces expériences, des formules empiriques que l'on comparera ensuite avec l'ensemble des expériences faites antérieurement sur le même sujet.*

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi du mois de juin 1828. Les Mémoires devront être remis au secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1828.

Ce terme est de rigueur.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES,

Proposé en 1824 *pour l'année* 1826, *remis au concours pour* 1827, *et une seconde fois pour l'année* 1829.

Le prix relatif au calcul des perturbations du mouvement elliptique des comètes n'ayant point été décerné,

L'Académie propose le même sujet dans les termes suivans : *Elle appelle l'attention des Géomètres sur cette théorie, afin de donner lieu à un nouvel exa-*

---

(1) Ce qui peut se faire de plusieurs manières, et d'abord au moyen de corps légers qu'on jette sur la surface de l'eau.

men des méthodes, et à leur perfectionnement. Elle demande en outre qu'on fasse l'application de ces méthodes à la comète de 1759, et à l'une des deux autres comètes dont le retour périodique est déjà constaté.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi du mois de juin 1829. Les Mémoires devront être remis au secrétariat de l'institut, avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

PRIX FONDÉ PAR FEU M. ALHUMBERT.

Feu M. Alhumbert ayant légué une rente annuelle de *trois cents francs* pour être employée aux progrès des sciences et des arts, le Roi a autorisé les Académies des Sciences et des Beaux-Arts, à décerner alternativement, chaque année, un prix de cette valeur.

L'Académie n'ayant point reçu de Mémoires satisfaisans sur les questions mises au concours et dont les prix devaient être adjugés cette année, a arrêté que les sommes destinées à cet emploi seront réunies avec celles qui doivent échoir, pour former un prix de 1,200 francs, lequel sera décerné, dans la séance publique du mois de juin 1829, au meilleur Mémoire sur la question suivante :

Exposer d'une manière complète, et avec des figures, les changemens qu'éprouvent le squelette et les muscles des grenouilles et des salamandres dans les différentes époques de leur vie.

Les Mémoires devront être envoyés, *francs de port*,

au secrétariat de l'Académie, avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

Les Mémoires et machines relatifs aux prix ci-dessus devront être adressés, *francs de port*, au secrétariat de l'Institut avant le terme prescrit, et porter chacun une épigraphe ou devise, qui sera répétée, avec le nom de l'auteur, dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Les concurrens sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages qui auront été envoyés au concours; mais les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies.

PRIX D'ASTRONOMIE,

Fondé par M. de Lalande.

La médaille fondée par M. de Lalande, pour être donnée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs (les membres de l'Institut exceptés), aura fait l'observation la plus intéressante, ou le Mémoire le plus utile aux progrès de l'astronomie, sera décernée dans la séance publique du premier lundi de juin 1828.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *six cent vingt-cinq francs*.

PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE;

Fondé par M. de Montyon.

Feu M. le baron de Montyon a offert un somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu fût affecté à un prix de physiologie expérimentale à décerner chaque année; et le Roi ayant autorisé cette

fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818, l'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille d'or de la valeur de *huit cent quatre-vingt-quinze francs* à l'ouvrage imprimé, ou manuscrit, qui lui aura été adressé d'ici au 1er janvier 1828, et qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale.

Les auteurs qui désireraient concourir pour ce prix sont invités à adresser leurs ouvrage, *francs de port*, au secrétariat de l'Académie, avant le 1er janvier 1828.

Ce terme est de rigueur.

Le prix sera décerné dans la séance publique du premier lundi de juin 1828.

PRIX DE MÉCANIQUE,

Fondé par M. de Montyon.

M. de Montyon a offert une rente de *cinq cents francs* sur l'État, pour la fondation d'un prix annuel, autorisé par une ordonnance royale du 29 septembre 1819, en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie royale des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instrumens utiles aux progrès de l'agriculture, des arts mécaniques et des sciences.

L'Académie a décidé, sur l'avis de sa Commission, qu'il n'y a point encore lieu cette année de décerner ce prix. En conséquence, il sera réuni avec ceux de 1826 et 1827, pour être donné dans la séance publique du premier lundi de juin 1828.

Ce prix sera une médaille d'or de la valeur de *quinze cents francs*.

Il ne sera donné qu'à des machines dont la description, ou les plans ou modèles, suffisamment détaillés, auront été soumis à l'Académie, soit isolément, soit dans quelque ouvrage imprimé, transmis à l'Académie.

L'Académie invite les auteurs qui croiraient avoir des droits à ce prix, à communiquer les descriptions manuscrites ou imprimées de leurs inventions, avant le 1er janvier 1828.

Ce terme est de rigueur.

PRIX DIVERS DU LEGS MONTYON.

Conformément au testament de feu M. le baron Auget de Montyon et aux ordonnances royales du 29 juillet 1821 et du 2 juin 1824, la somme annuelle résultant des legs dudit sieur baron de Montyon pour récompenser les perfectionnemens de la médecine et de la chirurgie, sera employée, pour moitié, en un ou plusieurs prix à décerner par l'Académie royale des Sciences à l'auteur ou aux auteurs des ouvrages ou découvertes qui, ayant pour objet le traitement d'une maladie interne, seront jugés les plus utiles à l'art de guérir; et l'autre moitié, en un ou plusieurs prix à décerner par la même Académie à l'auteur ou aux auteurs des ouvrages ou découvertes qui, ayant eu pour objet le traitement d'une maladie externe, seront également jugés les plus utiles à l'art de guérir.

La somme annuelle provenant du legs fait par le même testateur en faveur de ceux qui auront trouvé les moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre, sera également employée en un ou plusieurs prix à décerner par l'Académie aux ouvrages ou découvertes qui

auront paru dans l'année sur les objets les plus utiles et les plus propres à concourir au but que s'est proposé le testateur.

Les sommes qui seront mises à la disposition des auteurs des découvertes ou des ouvrages couronnés, ne peuvent être indiquées d'avance avec précision, parce que le nombre des prix n'est pas déterminé; mais les libéralités du fondateur et les ordres du Roi ont donné à l'Académie les moyens d'élever ces prix à une valeur considérable, en sorte que les auteurs soient dédommagés des expériences ou recherches dispendieuses qu'ils auraient entreprises, et reçoivent des récompenses proportionnées aux services qu'ils auraient rendus, soit en prévenant ou diminuant beaucoup l'insalubrité de certaines professions, soit en perfectionnant les sciences médicales.

Les concurrens pour l'année 1827 sont invités à adresser leurs ouvrages, leurs Mémoires, et, s'il y a lieu, les modèles de leurs machines ou de leurs appareils, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1828.

Le jugement de l'Académie sera annoncé à la séance publique du premier lundi de juin 1828.

PRIX DE STATISTIQUE,

Fondé par M. de Montyon.

Parmi les ouvrages composés chaque année, et qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la statistique de la France, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la première séance publique de l'an-

née suivante. On considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés dans le cours de l'année, seraient adressés au Secrétariat de l'Institut : sont seuls exceptés les ouvrages imprimés ou manuscrits de ses membres résidens.

Afin que les recherches puissent s'étendre à un plus grand nombre d'objets, il paraît d'abord préférable de ne point indiquer une question spéciale, en laissant aux auteurs mêmes le choix du sujet, pourvu que ce sujet appartienne à la statistique proprement dite, c'est-à-dire qu'il contribue à faire connaître exactement le territoire ou la population, ou les richesses agricoles et industrielles du royaume ou des colonies.

Les Mémoires manuscrits, destinés au concours de l'année 1827, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut, *francs de port*, et remis avant le 1er janvier 1828; ils peuvent porter le nom de l'auteur, ou ce nom peut être écrit dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Quant aux ouvrages imprimés, il suffit qu'ils aient été publiés dans le courant de l'année 1827, et qu'ils aient été adressés à l'Académie avant l'expiration du délai indiqué. Le prix consistera en une médaille d'or équivalente à la somme de *cinq cent trente francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi de juin 1828.

SUITE *du Mémoire sur les Combinaisons de l'hydrogène avec le phosphore.*

PAR Mr H. ROSE (1).

Sur les Gaz que l'on obtient en décomposant les phosphites neutres par la chaleur.

CES gaz sont très-différens de ceux que l'on obtient en décomposant l'acide phosphoreux par la chaleur. Leur nature dépend de la quantité d'eau qui est décomposée pendant la transformation des phosphites en phosphates. Si le sel contient assez d'eau pour que son oxigène puisse changer tout l'acide phosphoreux en acide phosphorique, le gaz hydrogène qui se dégage ne contient pas sensiblement de phosphore; si, au contraire, la quantité d'eau est trop petite, une partie de l'acide phosphoreux se décompose pour en oxigéner une autre, et alors le gaz hydrogène contient une certaine quantité de phosphore, mais toujours moindre que celle contenue dans les deux gaz hydrogènes phosphurés, examinés précédemment.

Phosphite de baryte. Ce sel a été préparé en versant une dissolution de chlorure de barium dans le protochlorure de phosphore dissous dans l'eau et saturé d'ammoniaque. Décomposé par la chaleur, il a donné des traces insignifiantes d'eau; le gaz a brûlé avec une flamme bleue, et a troublé à peine la dissolution de nitrate d'argent : le résidu, qui était d'une couleur légèrement brunâtre, était du phosphate neutre de baryte,

(1) *Voyez* vol. XXXIV, p. 170.

contenant un peu de cette matière qu'on a désignée par le nom *d'oxide de phosphore*. Le phosphite de baryte contient un atome d'acide phosphoreux, un atome de baryte et un atome d'eau, comme l'avait déjà trouvé M. Berzelius. L'eau a donc fourni seule tout l'oxigène nécessaire pour la transformation de l'acide phosphoreux en acide phosphorique.

Le Phosphite de chaux se comporte exactement comme celui de baryte.

Le Phosphite de strontiane est composé comme les deux précédens; mais pendant sa décomposition il se forme une plus grande quantité d'acide phosphorique aux dépens de l'acide phosphoreux; aussi le gaz qui se dégage contient un peu plus de phosphore, et le résidu est plus brun qu'avec le phosphite de baryte.

Le Phosphite de potasse ne cristallise pas. Il n'a donné pendant sa décomposition que du gaz hydrogène. *Le Phosphite de soude* se comporte de la même manière.

Le Phosphite d'ammoniaque, amené à consistance sirupeuse, donne de gros cristaux très-déliquescens. La chaleur en dégage d'abord l'ammoniaque, et il se décompose ensuite, comme si l'acide n'eût point été primitivement combiné avec l'ammoniaque.

Le Phosphite de magnésie, quoique peu soluble, l'est plus que ceux de baryte, de strontiane et de chaux. On n'obtient point de précipité en versant la dissolution du proto-chlorure de phosphore saturée d'ammoniaque dans celle du sulfate de magnésie. On doit préparer le phosphite de magnésie en traitant de la magnésie en excès par l'acide phosphoreux. En l'évaporant dans le vide, avec

l'acide sulfurique, on obtient des croûtes cristallines. Il contient beaucoup plus d'eau de cristallisation que les phosphites de baryte, de strontiane et de chaux. Dans le commencement de sa décomposition par le feu, on obtient de l'hydrogène passablement pur; mais ensuite le gaz contient visiblement du phosphore, et trouble le nitrate d'argent. On a même aperçu de l'incandescence dans la cornue; phénomène qui ne s'était point encore manifesté avec les autres phosphites. Le résidu était d'une couleur jaune-brunâtre.

Le Phosphite de zinc est moins soluble que celui de magnésie. Il contient trois atomes d'eau. Le gaz qu'il donne en se décomposant, surtout vers la fin de l'opération, contient du phosphore; il ne s'enflamme pas spontanément, mais il brûle avec une flamme phosphorique et trouble la dissolution d'argent. Il est à remarquer qu'en faisant bouillir la dissolution de phosphite de zinc, il se produit un précipité; phénomène qui se présente aussi avec la plupart des autres phosphites.

Le Phosphite de manganèse est un peu soluble. Il contient un atome d'eau; mais par une forte dessication il en perd la moitié. Au moment où il se décompose à une chaleur rouge dans une cornue de verre, il laisse souvent apercevoir de l'incandescence, et d'autant plus sûrement qu'il est plus sec. Il donne un gaz qui ne s'enflamme pas spontanément, mais qui contient d'autant plus de phosphore que le sel est plus sec. Il se sublime une quantité insignifiante de phosphore; ce qui n'arrive que très-rarement avec les phosphites. Le résidu est composé de cinq atomes de protoxide de manganèse et de quatre d'acide phosphorique.

Le Phosphite de fer, bien lavé et séché sans le contact de l'air, se décompose à une chaleur rouge avec une vive incandescence, et il se dégage de l'hydrogène pur. Il reste du phosphate neutre de fer.

Le Phosphite de peroxide de fer a été préparé en mêlant le sulfate double de peroxide de fer et d'ammoniaque avec la dissolution du proto-chlorure de phosphore, saturée par l'ammoniaque. On obtient un précipité blanc qui se dissout par l'agitation, et il faut une assez forte proportion de la dernière dissolution pour l'empêcher de se dissoudre. Si l'on chauffe la liqueur séparée par le filtre du précipité, il se sépare une quantité très-considérable de phosphite de fer semblable à celui obtenu à froid. Ce sel, bien lavé, a été chauffé au rouge dans une retorte. Il s'est décomposé avec apparence lumineuse, et a donné un gaz contenant un peu de phosphore. Le résidu, qui était blanc, a été trouvé composé d'acide phosphorique et de fer, pour la plus grande partie à l'état de protoxide.

Le Phosphite d'alumine se décompose sans manifester d'incandescence, et donne un gaz qui contient un peu de phosphore.

Phosphite de glucine. On a commencé par faire du chlorure de glucinium en faisant passer du chlore sec sur un mélange de glucine et de charbon exposé à une chaleur rouge. Ce chlorure a beaucoup de ressemblance avec celui d'aluminium. Il se sublime en flocons neigeux, de l'éclat de la soie, fusibles à une douce chaleur en gouttes brunes. Dissous dans l'eau, et mêlé avec la dissolution ammoniacale de proto-chlorure de phosphore, on a obtenu un précipité blanc qui s'est décom-

posé par la chaleur avec apparence d'incandescence, en donnant de l'hydrogène pur.

Le Phosphite de chrôme donne aussi de l'hydrogène pur, mais sans incandescence.

Le Phosphite de cobalt donne en se décomposant beaucoup d'eau et de l'hydrogène pur. Il s'est manifesté une incandescence, et le dégagement de gaz a cessé aussitôt.

Le Phosphite de nickel donne beaucoup d'eau et de l'hydrogène pur, sans incandescence.

Le Phosphite de cadmium se décompose, sans incandescence, en donnant de l'hydrogène pur. Le résidu est fondu, et forme après le refroidissement une masse noire poreuse. Il se sublime du cadmium à l'état métallique.

Le Phosphite de plomb, soumis à l'action de la chaleur, est devenu noir en donnant un gaz qui ne s'est point enflammé spontanément, mais qui brûle avec une flamme très-phosphorique, et qui trouble beaucoup le perchlorure de mercure et le nitrate d'argent. Vers la fin, il se sublime du phosphore en quantité notable; phénomène que je n'avais point encore observé à ce point. Au moment où le phosphore commence à se manifester, il se produit un gaz qui ne trouble plus fortement la dissolution d'argent, et qui cesse aussitôt que le phosphore se sublime. Le résidu était noir; mais comme le phosphite de plomb avait été préparé avec l'acétate et qu'il aurait pu en retenir, j'ai préparé une nouvelle quantité de phosphite avec le chlorure de plomb et l'ammoniaque saturée de chlorure de phosphore. Mais, ainsi que M. Berzelius l'a déjà remarqué

il faut beaucoup de temps pour que l'eau de lavage ne contienne plus de chlorure de plomb ; et si même alors on dissout le phosphite dans l'acide nitrique, on en reconnaît encore la présence dans la dissolution.

Le phosphite, préparé de cette manière, s'est comporté au feu comme l'autre : le résidu est d'abord noir ; mais lorsque tout dégagement de phosphore a cessé, il paraît seulement grisâtre. La couleur noire est conséquemment due au phosphore ; et en effet, si au moment où il ne se dégage plus de gaz on cesse de chauffer, et qu'on retire le résidu de la cornue après qu'il est refroidi, on le voit s'enflammer aussitôt.

Le résidu, dissous dans l'acide nitrique et décomposé ensuite par l'acide sulfurique, a donné, en soustrayant la petite quantité de chlorure de plomb qu'il contenait :

Oxide de plomb.......	79,01 ;
Acide phosphorique....	20,99 ;

composition qui correspond à 5 atomes d'oxide de plomb et 4 d'acide phosphorique.

On sait, d'après M. Berzelius, que le phosphite de plomb contient un atome d'eau. Il faut donc que ce sel se décompose de manière que pour 5 atomes de phosphite, il se dégage 1 atome de phosphore et $2\frac{1}{2}$ d'hydrogène. Le phosphite de manganèse présente une décomposition semblable ; avec cette différence seulement que le phosphore, dans ce dernier cas, se dégage en combinaison avec le phosphore.

Phosphite d'antimoine. On n'obtient de précipité avec l'ammoniaque saturée de proto-chlorure de phosphore et l'émétique qu'en ajoutant de l'acide hydro-

chlorique. Il se fait alors un précipité blanc qui, étant desséché, donne par la chaleur de l'hydrogène pur.

Le Phosphite de bismuth donne de l'hydrogène pur.

Phosphite d'étain. On l'a préparé en mêlant une solution de proto-chlorure d'étain avec le proto-chlorure de phosphore saturé d'ammoniaque. Ce sel, dissous dans l'acide hydro-chlorique, est un puissant réductif pour les métaux peu oxidables. Il contient de l'eau, et seulement, à ce qu'il paraît, un demi-atome. Chauffé, il se boursouffle, devient noir, se fond sans montrer aucune apparence lumineuse. Il donne un gaz qui contient beaucoup de phosphore, et même une certaine quantité de ce corps se sublime. Les phénomènes de décomposition sont les mêmes que ceux du phosphite de plomb, et le même mode doit aussi avoir lieu.

Le Phosphite de peroxide d'étain, préparé avec une dissolution de perchlorure d'étain, ne donne que de l'eau pendant sa décomposition par le feu; mais l'étain est ramené au *minimum* d'oxidation. Il faut par conséquent que le phosphite ait été à l'état bi-basique.

Le Phosphite d'acide titanique a été obtenu au moyen du chlorure de titane préparé d'après le procédé d'Œrsted. Il est blanc, et se décompose sans apparence lumineuse en donnant un gaz qui contient du phosphore, et qui trouble fortement la dissolution d'argent. Le résidu est noir, quoique l'acide titanique ne perde point d'oxigène.

En réunissant les faits analogues, on voit que les phosphites de baryte, de chaux, de strontiane, de potasse, de soude, de protoxide de fer, de glucine, de chrome, de cobalt, de nickel, de cadmium, d'anti-

moine et de bismuth, se changent en phosphates neutres en donnant de l'hydrogène pur; ce qui exige que chaque phosphite contienne au moins un atome d'eau. Si les phosphites ne contiennent qu'un demi-atome d'eau, ou qu'il ne s'en décompose qu'un demi-atome, ou enfin que la base contienne deux atomes d'oxigène, et qu'il ne se décompose qu'un atome d'eau, alors le phosphate restant n'est plus neutre; il est formé de cinq atomes de base et de quatre d'acide, et il se dégage du phosphore. Les autres phosphites neutres donnent en se décomposant un gaz qui contient une petite quantité de phosphore, laquelle, dans la plupart des cas, dépend vraisemblablement d'une décomposition incomplète des phosphites.

Sur les gaz qui se dégagent pendant la décomposition des phosphites acides et basiques.

Les expériences précédentes montrent que la nature des gaz qui se dégagent pendant la décomposition des phosphites par la chaleur, dépend de la quantité d'eau qui est décomposée. Si elle est suffisante pour oxider tout le phosphore, on obtient un phosphate neutre (1); mais si elle est insuffisante, une portion d'acide phosphoreux s'oxide aux dépens de l'autre, et le gaz qui

(1) J'avais déjà imprimé cette partie de mon travail lorsque j'ai été prévenu que M. Gay-Lussac avait depuis long-temps fait voir que les phosphites se changent en phosphates sans altération de neutralité, lorsque l'acide phosphoreux est converti en acide phosphorique. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. 1, p. 213.)

se dégage contient alors du phosphore, comme on l'a vu avec les phosphites de plomb, de manganèse et d'étain. Le gaz devrait être composé, dans ce cas, de 1 atome de phosphore et de 2 ½ d'hydrogène, et il y a toutes sortes de raisons de croire qu'il n'est point un simple mélange; mais il n'est point pur : la chaleur le décompose en partie, et de là le phosphore qu'on observe dans le col de la cornue.

Phosphite acide de baryte. On l'a préparé en faisant digérer de l'acide phosphoreux sur du phosphite de baryte en excès; on l'a évaporé dans le vide avec l'acide sulfurique, jusqu'à siccité; car lorsqu'on le chauffe il s'en sépare facilement une portion de phosphite de baryte. Pour s'assurer qu'il est tout-à-fait sec, il est nécessaire de le chauffer jusqu'à ce qu'il ne diminue plus de poids.

Ce sel cristallise en petits cristaux grenus, de forme indéterminée; quoiqu'il devienne humide à l'air, il n'est pas très-soluble : il est composé de

1 atome de baryte;
2 d'acide phosphoreux;
2 ½ d'eau.

Chauffé, il donne un gaz qui ne s'enflamme pas spontanément, mais qui, étant enflammé, brûle avec une vive lumière phosphorique. Le résidu est composé de 53,38 à 54,42 de baryte et de 46,62 à 45,58 d'acide phosphorique. L'oxigène de la base est à peu près à celui de l'acide comme 1 : 4 ½; d'où il suit que 5 atomes du sel perdent 1 atome de phosphore, pendant que, pour chaque atome du sel, il n'y a que 1 ½ atome d'eau qui soient décomposés, et l'autre atome se dégage sans décomposition.

On obtient un autre phosphite de baryte acide en laissant digérer de l'ammoniaque sur le bi-phosphite précédent. Les quantités d'oxigène de la baryte, de l'acide et de l'eau sont entre elles :: 5 : 9 : 1.

Le phosphate acide de plomb n'existe point, au moins il n'a pas été possible de l'obtenir en faisant digérer du phosphite de plomb avec de l'acide phosphoreux, même pendant plusieurs mois.

Phosphite de plomb basique. On l'a obtenu par une digestion de plusieurs semaines de l'ammoniaque avec le phosphite de plomb récemment précipité. Après avoir été desséché jusqu'à ce qu'il ne diminuât plus de poids, il a été traité par l'acide nitrique, puis décomposé par l'acide sulfurique. On a ainsi trouvé qu'il est formé de

Oxide de plomb.......	85,81 ;
Acide phosphoreux....	10,95 ;
Eau..................	3,24.

Si la quantité d'eau était un peu plus grande, les quantités d'oxigène seraient entre elles comme 4 : 3 : 2. Ce sel contient par conséquent deux fois plus de base et d'eau que le phosphite neutre, et diffère de celui obtenu par Berzelius qui contient 3 fois plus de base. Soumis à la distillation, il a donné de l'hydrogène pur.

Avant d'aller plus loin, je dois faire remarquer que lorsque le phosphite doit donner de l'hydrogène phosphuré en se décomposant par la chaleur, ce dernier contient d'autant plus de phosphore que le phosphite a été plus desséché. C'est ce que j'ai constaté en décomposant du phosphite de manganèse très-sec et dans un grand état d'humidité.

Sur le Gaz que l'on obtient en décomposant l'acide hypo-phosphoreux par la chaleur.

Les phénomènes que présente l'acide hypo-phosphoreux en se décomposant par la chaleur, sont tout-à-fait semblables à ceux manifestés par l'acide phosphoreux. Les gaz qui se dégagent dans les deux cas ne s'enflamment pas spontanément au contact de l'air, réduisent de la même manière le nitrate d'argent, et produisent le même précipité jaune dans le per-chlorure de mercure. On n'observe pas non plus la moindre trace de phosphore dans le col de la retorte lorsque le gaz n'a pas été enflammé.

Pour analyser le gaz fourni par l'acide hypo-phosphoreux, je l'ai fait passer sur une quantité connue de chlorure de cuivre. Ici les phénomènes ont encore été les mêmes qu'avec le gaz fourni par l'acide phosphoreux, et, au commencement de l'opération, le gaz qui avait traversé une dissolution d'ammoniaque, ou qui avait été seulement exposé à sa vapeur, s'est enflammé spontanément. Le phosphure de cuivre a été trouvé composé de 64,21 de cuivre et de 35,79 de phosphore; ce qui revient à la composition du phosphure de cuivre obtenu avec le gaz provenant de l'acide phosphoreux. Les deux gaz doivent donc avoir une composition identique.

(*La fin quand nous l'aurons reçue.*)

Sur *un Exemple très-remarquable de décomposition de l'hydrogène carboné.*

Par M. David Gordon.

(Extrait.)

M. David Gordon, ingénieur de la Compagnie du gaz portatif de Londres, rapporte qu'un jour la soupape de sûreté de la machine à compression dont il se sert pour remplir ses lampes, resta ouverte pendant un certain temps sous une pression intérieure de 27 atmosphères, et que dès-lors une grande quantité de gaz s'échappa en faisant un bruit intense. Après l'évènement, M. Gordon ne vit pas sans surprise que toutes les parties métalliques, voisines de la soupape, sur lesquelles le gaz avait frappé, étaient couvertes d'une substance charbonneuse humide; un semblable dépôt se remarquait à la surface d'un mur de briques contigu à l'appareil, mais il était sec, parce que les briques avaient absorbé l'humidité.

Depuis cette époque, le fils de M. Gordon est toujours arrivé au même résultat en se servant d'une lampe portative : une feuille de papier blanc que vient frapper le jet de gaz, quand il sort avec violence, est bientôt couverte d'un dépôt noir charbonneux.

L'hydrogène et le charbon, dit M. Gordon, doivent être très-faiblement unis dans l'hydrogène carboné, puisqu'une dilatation subite du gaz composé, suffit pour amener la séparation d'un des deux principes. Il regarderait comme utile de rechercher s'il ne se manifeste pas dans cette expérience, quelque phénomène électrique; quant à moi, je pense que ce qu'il y aurait à faire d'abord, ce serait de répéter l'épreuve en se servant de vases neufs et dans lesquels on ne pourrait pas soupçonner de dépôt antérieur.

(*The Edimb. Journ. of Science*, avril 1827.)

JOURS.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	754,80	+18,2		754,68	+19,5		753,88	+20,5		755,03	+17,0		+20,5	+12,2	Nuageux.	S. O.
2	754,55	+16,5		753,20	+20,4		751,98	+19,5		750,25	+16,0		+20,4	+13,8	Couvert.	S. S. O.
3	755,17	+15,5		756,02	+16,5		756,14	+17,5		756,44	+12,0		+17,5	+10,7	Nuageux.	O.
4	755,65	+15,0		755,54	+15,0		755,68	+14,8		756,95	+11,0		+15,0	+ 9,8	Gouttes d'eau.	O.
5	756,97	+18,0		755,88	+19,5		754,37	+18,2		752,16	+11,7		+19,5	+ 6,5	Très-nuageux.	S. O.
6	751,32	+14,5		752,00	+15,8		752,30	+13,3		754,12	+ 9,3		+15,8	+ 9,3	Très-nuageux.	O. N. O.
7	756,10	+13,2		756,45	+15,1		756,37	+16,7		758,05	+11,0		+16,7	+ 8,7	Couvert.	N. N. O.
8	761,02	+13,8		761,32	+14,8		761,28	+16,3		762,30	+12,5		+16,3	+ 8,0	Couvert.	N.
9	763,06	+14,2		762,45	+16,0		761,58	+17,2		761,42	+14,7		+18,2	+ 8,5	Nuageux.	N. N. E.
10	759,92	+16,8		758,98	+19,9		757,68	+21,8		757,52	+18,5		+21,8	+11,3	Nuageux.	N. fort.
11	756,60	+17,0		755,90	+21,0		755,45	+22,0		755,56	+18,5		+22,0	+13,2	Très-nuageux.	N.
12	756,00	+15,0		755,54	+20,8		755,44	+20,8		755,82	+18,4		+20,8	+13,3	Très-nuageux.	N.
13	755,44	+19,6		755,80	+24,2		753,83	+25,4		753,04	+22,0		+25,7	+15,0	Couvert à demi.	E.
14	751,45	+16,3		751,30	+27,8		751,20	+26,0		752,10	+17,3		+28,3	+17,3	Nuages.	S. O.
15	752,10	+22,5		751,84	+23,6		751,60	+23,2		751,70	+17,2		+23,6	+15,0	Eclaircies.	O. S. O.
16	751,70	+21,8		751,15	+24,8		750,07	+24,3		749,94	+19,8		+24,8	+12,5	Très-nuageux.	O.
17	752,52	+23,7		752,56	+27,7		752,60	+25,7		754,20	+19,9		+27,7	+14,7	Nuageux.	O.
18	756,86	+22,0		756,94	+22,3		756,15	+22,5		756,92	+17,7		+22,8	+16,8	Quelq. petits nuages.	O.
19	756,73	+24,1		755,90	+26,7		754,58	+25,7		753,63	+20,5		+26,7	+14,2	Eclaircies.	S. O.
20	755,27	+21,5		755,23	+20,0		754,80	+21,6		754,52	+16,5		+21,6	+14,0	Couvert.	S. O.
21	756,40	+12,5		756,60	+18,1		756,30	+19,3		756,64	+15,6		+19,3	+12,4	Couvert.	N. O.
22	759,82	+15,0		759,98	+19,5		759,78	+19,8		760,87	+14,1		+19,8	+11,6	Très-nuageux.	N. O.
23	760,90	+18,0		760,30	+19,2		759,90	+19,2		760,22	+14,1		+19,2	+ 8,5	Très-nuageux.	N. O.
24	759,56	+18,8		759,11	+20,8		758,36	+21,8		758,04	+14,7		+21,8	+ 8,8	Nuageux.	O.
25	759,47	+18,6		759,00	+19,7		758,30	+20,7		758,16	+16,5		+20,7	+11,0	Nuages.	N. N. E.
26	757,80	+18,8		757,65	+20,5		757,40	+21,4		757,93	+15,5		+21,4	+12,8	Petites éclaircies.	N.
27	757,60	+21,7		756,67	+24,2		755,56	+23,7		754,25	+17,5		+25,4	+11,0	Nuageux.	S. O.
28	753,94	+21,5		753,92	+24,0		753,04	+24,4		753,30	+18,9		+25,0	+14,5	Couvert.	S O.
29	754,04	+22,0		753,70	+26,5		753,30	+17,1		753,36	+20,0		+27,1	+16,0	Nuageux.	S. O. fort.
30	754,34	+19,0		752,60	+23,8		753,57	+23,3		755,30	+18,3		+24,3	+17,5	Très-couvert.	S. O.
1	756,86	+15,6		756,65	+17,2		756,13	+17,6		756,42	+13,4		+18,2	+ 9,9	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	754,47	+20,3		754,22	+23,9		753,57	+23,7		753,77	+18,8		+24,4	+14,6	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 1,800
3	757,29	+18,6		756,95	+21,6		756,55	+22,1		756,81	+16,5		+22,4	+12,4	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 1,690
	756,21	+18,2		755,94	+20,9		755,42	+21,1		755,67	+16,2		+21,7	+12,3	Moyennes du mois,	+ 17,0.

Recherches *sur les Variations de la durée moyenne des oscillations horizontales de l'aiguille aimantée, et sur divers autres points du magnétisme terrestre.*

Par Mr A. T. Kupffer.

Depuis le mois d'octobre 1825, j'observe avec beaucoup de soin, deux fois par jour, la durée des oscillations d'une aiguille aimantée suspendue horizontalement. Cette aiguille fait partie d'une boussole de variations diurnes de déclinaison, exécutée par M. Gambey, à Paris. Comme cet instrument est décrit dans le *Précis de Physique* de M. Biot, tome II, page 110, je n'indique ici que la longueur de l'aiguille : elle était de $0^m,5$. Après avoir amené les fils en croix du microscope sur la ligne qui est tracée à l'extrémité de l'aiguille et qui sert de repère, on fait dévier l'aiguille en approchant pour un instant un morceau de fer doux. Pour avoir toujours les mêmes déviations, on a encore tracé sur l'extrémité de l'aiguille, dix autres lignes parallèles à celle qui sert de repère, cinq de chaque côté, et à des distances d'un demi-millimètre ; ainsi, quand la croix du microscope coïncidait avec une des lignes extérieures, la déviation de l'aiguille était de 2 mill. $\frac{1}{2}$, ce qui correspondait à un angle de 34′ à-peu-près, ou à une amplitude totale de 1° 8′. Lorsque l'aiguille avait atteint cette déviation, j'observais le passage de la ligne qui sert de repère, par la croix du microscope, avec un chronomètre d'Arnold qui bat

150 fois dans la minute. Après avoir observé plusieurs passages consécutifs, de droite à gauche et de gauche à droite, j'abandonnais l'aiguille, dont les oscillations diminuaient avec beaucoup de lenteur, et je ne reprenais les observations qu'après un quart d'heure, lorsque l'aiguille ne déviait plus que d'un demi-millimètre, ce qui correspondait à un angle de 7′.

Pendant cet espace de temps, la déclinaison avait quelquefois changé assez considérablement, et la croix du microscope ne partageait plus les oscillations en deux parties égales, ce dont je m'apercevais facilement par les observations mêmes, la durée des demi-oscillations à droite n'étant pas, dans ce cas, exactement égale à celle des demi-oscillations à gauche; je donnais alors au microscope la position convenable ; en cas que je n'eusse pas réussi complètement, l'observation même indiquait l'erreur, et il était facile d'en corriger le résultat. En même temps je notais soigneusement la température de l'aiguille, donnée par un thermomètre placé dans l'intérieur de la boîte, et la déclinaison relative, indiquée par la division du microscope. Ces observations furent faites vers les huit heures du matin et les six heures du soir. Je ne donnerai ici que les moyennes pour les différens mois.

Durée moyenne d'une oscillation horizontale de l'aiguille aimantée à Kazan.

		Matin. Durée.	Temp. R.	Soir. Durée.	Temp. R.
1825	Octobre....	31″,2448	12°,3	31″,2342	12,6
	Novembre..	2363	12 ,7	2313	13,4
	Décembre..	2205	11 ,8	2178	12,2
1826	Janvier	2286	13 ,2	2259	14,6
	Février	2230	15 ,3	2312	16,7
	Mars......	2282	14 ,2	2314	15,3
	Avril......	2212	13 ,5	2178	14,4
	Mai.......	2365	14 ,5	2210	16,1
	Juin......	2527	16 ,9	2406	19,2
	Juillet.....	2660	19 ,6	2625	21,3
	Août......	2645	17 ,3	2601	19,1
	Septembre..	2594	14 ,8	2511	16,8
	Octobre....	2571	14 ,5	2517	15,3
	Novembre..	2464	15 ,3	2474	16,1

Il s'agit maintenant de réduire toutes ces observations à la même température, pour les rendre comparables entr'elles. Je n'ai pas encore pu déterminer directement l'influence de la température sur mon aiguille, car elle est établie dans une chambre que j'habite et dans laquelle je ne puis point, sans inconvénient, faire varier assez considérablement la température pour avoir un résultat exact; mais la comparaison des observations précédentes, nous fournira un moyen très-simple pour déterminer approximativement cette influence. Il est bien probable que la durée des oscillations augmente ou diminue uniformément de mois en mois. Proposons-nous de réduire les observations à 13° de température.

Si pendant les mois d'octobre, de novembre et de décembre la durée diminue régulièrement, c'est-à-dire, si les différences des durées consécutives corrigées, sont égales entr'elles, nous pouvons établir l'équation suivante, dans laquelle x signifie la correction pour un degré de température :

$$31,2448 + 0,7 . x - 31,2363 - 0,3 . x = 31,2363 + 0,3x - 31,2205 - 1,2 . x;$$

d'où l'on tire $x = 0,0055$. Ce résultat est singulièrement confirmé par les observations des mois d'octobre et de novembre 1826, qui, corrigées de 0,0055 pour chaque degré de température et réduites à 13°, donnent, à peu de chose près, la même durée que les mêmes mois de l'année précédente. Combinant de la même manière les observations de l'année 1826, de septembre, août, juillet, juin, mai, avril, mars, on obtient des valeurs très-différentes de x, mais dont la moyenne diffère très-peu de 0,0055 (1). Voici maintenant le tableau des observations précédentes, réduites à la même température de 13° R. :

---

(1) Si l'on compare ce nombre avec les résultats de mes observations concernant l'influence de la température sur le magnétisme, consignées dans mon Mémoire sur cet objet (voyez ces *Annales*, octobre 1825), on trouve qu'il est beaucoup plus faible. Cela peut tenir à ce que l'acier de mon aiguille est plus dur que celui qui a été employé dans les observations citées, et à ce que l'aiguille était chargée de plusieurs pièces de cuivre qui devaient ralentir sa marche, sans diminuer l'intensité de sa force magnétique, ce qui doit nécessairement aussi affaiblir les influences qui ont un rapport constant à l'intensité.

		Matin.	Soir.
1825	Octobre	31,2487	31,2364
	Novembre	2380	2291
	Décembre	2271	2222
1826	Janvier	2275	2171
	Février	2103	2109
	Mars	2216	2188
	Avril	2187	2101
	Mai	2282	2040
	Juin	2313	2055
	Juillet	2320	2170
	Août	2410	2265
	Septembre	2495	2302
	Octobre	2488	2390
	Novembre	2337	2303

Ou en prenant les moyennes entre les observations du matin et de l'après-midi :

	Mois.	Durée moyenne d'une oscillation à 13°.
1825	Octobre	31",2426
	Novembre	2335
	Décembre	2246
1826	Janvier	2224
	Février	2106
	Mars	2202
	Avril	2144
	Mai	2161
	Juin	2184
	Juillet	2245
	Août	2286
	Septembre	2398
	Octobre	2439
	Novembre	2320

Ces observations démontrent, 1° que la durée moyenne d'une oscillation horizontale de l'aiguille aimantée, atteint son *maximum* à la fin de l'été (au mois de septembre ou d'octobre), et son *minimum* en hiver (vers le mois de février) ; 2° que les variations diurnes de cette durée sont plus grandes en été qu'en hiver ; 3° que d'une année à l'autre, cette durée n'a presque pas changé à Kazan.

Ces observations s'accordent assez bien avec celles de M. Hansteen, qui cependant n'a pas eu égard à la température. Il a trouvé, il est vrai, des variations annuelles et diurnes plus grandes que moi, et une augmentation de la durée des oscillations, entre une année et l'autre ; mais ces différences peuvent tenir aux localités, comme je le ferai voir plus tard.

Il s'agit maintenant de savoir si les variations de la durée moyenne d'une oscillation indiquent, des variations dans l'intensité du magnétisme terrestre, ou s'il y a encore d'autres causes qui peuvent les produire. On sait que si l'on désigne par I l'intensité du magnétisme terrestre, et par i l'inclinaison magnétique de l'endroit où l'on observe, la durée d'une oscillation est en raison inverse de $\sqrt{I \cos i}$. Cette durée peut donc varier par un changement de I ou de i, ou de ces deux grandeurs à la fois. Nous manquons absolument des observations qui seraient nécessaires, pour donner la préférence à l'une ou à l'autre de ces hypothèses ; mais comme, d'après les recherches de M. Sabine, l'intensité de la force magnétique de la terre varie, depuis l'équateur jusqu'aux pôles, de 1 à 2 seulement, tandis que cos. i parcourt toutes les valeurs de 1 à 0, il est bien

visible que l'inclinaison magnétique doit influer davantage sur le résultat, que l'intensité; on peut donc admettre que les variations de la durée des oscillations horizontales, dans le même endroit, sont presque entièrement produites par des variations dans l'inclinaison, et que les variations de l'intensité y entrent pour peu de chose : cela admis, l'inclinaison magnétique de Kazan doit atteindre son *maximum* en été, et son *minimum* en hiver (leur plus grande différence étant de $2'\frac{1}{2}$ à peu près), et ne changer presque pas d'une année à l'autre. Je n'oserais pas avancer cette hypothèse, qui n'est confirmée par aucune observation directe, si diverses considérations ne se réunissaient pas pour lui donner une grande probabilité.

Il est prouvé par les observations les plus récentes et principalement par la discussion que M. Arago a publiée de toutes les inclinaisons recueillies durant le voyage de la *Coquille* autour du monde (voyez ces *Annales*, décembre 1825), que l'équateur magnétique a un mouvement de translation de l'est à l'ouest. M. Morlet a expliqué le premier, par ce phénomène, les variations qu'éprouve l'inclinaison de l'aiguille magnétique, d'année en année, dans divers lieux de la terre. Effectivement, la latitude magnétique de chaque endroit, dépend évidemment de sa position relativement à l'équateur magnétique; elle doit donc varier par cette rétrogradation des nœuds : or, c'est de la latitude magnétique que dépend l'inclinaison de l'aiguille. On trouvera dans le Mémoire cité les détails de ce système ingénieux, qui jette un nouveau jour sur

un des phénomènes les plus compliqués que la nature nous présente.

Nous sommes très-éloignés de connaître aussi bien les causes générales des variations encore plus rapides que la déclinaison magnétique éprouve sur les mêmes points de la terre. Nous savons cependant que la déclinaison est orientale dans quelques endroits, et occidentale dans d'autres, et que ces points sont séparés par des lignes où la déclinaison est nulle, et dont le cours est assez bien connu.

On peut distinguer deux espèces de lignes sans déclinaison. Les déclinaisons des lieux situés de côté et d'autre de ces lignes peuvent être affectées du même signe ou de signes contraires. Il paraît que les deux espèces existent dans la nature. Il est connu qu'il y a une ligne sans déclinaison, qui passe par la partie orientale de la Russie européenne, à l'ouest de Kazan. Les points situés à l'ouest de cette ligne ont une déclinaison occidentale; au lieu que ceux qui se trouvent à l'est ont une déclinaison orientale. La ligne qui passe par le nord de l'Amérique présente le même phénomène, seulement dans un ordre inverse. En allant de Kazan à Irkoutzk, la déclinaison orientale augmente toujours jusqu'à Tobolsk, où elle commence à diminuer, pour devenir nulle près d'Irkouztk. Voilà donc encore une ligne sans déclinaison. Mais ici, en s'avançant vers l'est, la déclinaison redevient orientale : elle ne change donc pas de signe. Il est vrai qu'il existe une observation de Billings, de 1788, qui prétend avoir trouvé à Iakoutzk, à l'est d'Irkoutzk, une déclinaison occidentale de 2°; mais les observations les plus ré-

centes de MM. Anjon et Wrangel, sur la côte nord-est de la Sibérie, sont contraires à cette assertion. Comme les observations citées sont peu connues, j'en donne ici le tableau :

	Longit. orient. de Greenwich.	Latitude.	Déclinaison orientale.
Tchaunskajá Gouba.......	170°	70°	18°—3′
	165	$70\frac{3}{4}$	14 —51
Iles des Ours............	163	$70\frac{1}{2}$	14 —4
Nouvelle-Sibérie.........	150	75	15 —15
	150	72	11 —3
Swatoi Nos.............	142	$72\frac{1}{2}$	8 —7
	146	71	8 —42
	138	$76\frac{1}{2}$	16°.

N. B. Les positions géographiques ont été prises sur la carte de MM. Wrangel et Anjou, de sorte qu'elles ne sont qu'approximatives.

Ces observations démontrent que toute la côte nord-est de Sibérie a une déclinaison orientale. Les déclinaisons sur le même parallèle diminuent si régulièrement en s'avançant de l'est à l'ouest, qu'on peut déterminer avec un certain degré de probabilité la position du point où la déclinaison doit être nulle : on est obligé de le placer à-peu-près sous le méridien d'Irkoutzk. Il n'existe donc point de déclinaison occidentale entre Irkoutzk et la partie la plus orientale de la Sibérie, au moins dans le nord. Si enfin il existait, comme M. Hansteen l'a avancé, un pôle magnétique à 116° de longitude de Greenwich et $85°\frac{1}{2}$ de latitude boréale, l'aiguille ne présenterait pas une déclinaison de 16° par une longitude de 138° et une latitude de $76°\frac{1}{2}$.

Mais revenons à ces lignes, qui font changer de signe la déclinaison magnétique. Il est clair que la déclinaison doit augmenter à mesure qu'on s'éloigne de la ligne sans déclinaison, ou, ce qui revient au même, que la déclinaison de tel endroit doit augmenter à mesure que la ligne sans déclinaison s'en éloigne, et diminuer à mesure que cette ligne s'en approche. On sait depuis long-temps que la ligne sans déclinaison, qui passe maintenant par l'Amérique, passait autrefois par Paris et par Londres, et qu'elle a un mouvement progressif vers l'ouest très-considérable. Il est facile de prouver que la ligne sans déclinaison, qui passe près de Kazan, présente le même phénomène. L'an 1761, la déclinaison à Kazan était de $2°\frac{1}{2}$ à l'ouest; en 1805, de 2° à l'est; en 1825 je l'ai trouvée de à 3° à-peu-près. Mes observations les plus récentes avec la boussole des variations diurnes de déclinaison, m'ont fait voir que l'aiguille a marché de 5′ à 6′ vers l'est, depuis le mois de novembre 1825 jusqu'au même mois en 1826. Dans le nord de la Russie, à Archangelsk, la déclinaison était, dans le commencement de ce siècle, de $\frac{1}{2}°$ à l'ouest, et à Swatoi-Nos (1) de $1°\frac{1}{2}$ à l'ouest; à présent, elle est de 2° à l'est, dans la première, et de 1° à l'est, dans la seconde station; et à Mutotchkin au Novaja Peurla, la déclinaison orientale a augmenté de 7°. Il est donc bien prouvé que la ligne sans déclinaison passait autrefois plus à l'est, et qu'elle

(1) Il est inutile de remarquer qu'il ne faut pas confondre ce Swatoi-Nos avec celui qui se trouve dans le nord-est de la Sibérie. Swatoi-Nos signifie Cap-Saint.

a traversé la ville de Kazan, probablement en 1780.

En comparant le mouvement progressif des lignes sans déclinaison, avec le mouvement de l'équateur magnétique qui s'exécute dans le même sens, il est bien naturel d'admettre qu'il existe une liaison entre ces deux phénomènes. Effectivement, en prolongeant les lignes sans déclinaison jusqu'à l'équateur magnétique, la première, c'est-à-dire celle qui passe par le nord de l'Amérique, coupe cet équateur à-peu-près dans le point où il atteint la plus grande latitude australe; et celle qui passe près de Kazan, là où il atteint la plus grande latitude boréale. Dès-lors la ligne sans déclinaison ne règle pas seulement les déclinaisons des points qui l'avoisinent, mais aussi la grandeur des variations de leurs inclinaisons. Cette hypothèse est singulièrement confirmée par les observations précédentes, qui prouvent que les variations de l'inclinaison de l'aiguille aimantée sont très-petites à Kazan, c'est-à-dire dans un point qui est très-rapproché de la ligne sans déclinaison, tandis qu'elles sont assez considérables à Christiania, suivant les observations de M. Hausteen.

Quoique, par ce qui précède, il paraisse suffisamment prouvé que l'équateur magnétique et les lignes sans déclinaison ont un mouvement progressif vers l'ouest, M. Hansteen, dans son excellent travail sur la position des pôles magnétiques, leur assigne un mouvement contraire, c'est-à-dire de l'ouest à l'est. Mais la méthode par laquelle il détermine la position des pôles magnétiques, ne me paraît pas toujours mériter la confiance qu'il lui donne. En effet, en adoptant avec

M. Hansteen deux pôles magnétiques, il est clair que dans la plupart des points du globe, l'aiguille ne sera tournée ni vers un des pôles, ni vers l'autre, mais qu'elle prendra une direction moyenne; il sera bien difficile alors de choisir entre les déclinaisons, celles dont les points de convergence indiquent exactement la position du pôle magnétique. En supposant que ce ne fût qu'un seul pôle qui agît sur l'aiguille, il serait impossible que la déclinaison, en s'avançant de l'ouest à l'est, fût d'abord occidentale, puis nulle, puis orientale, et tout cela sur des points très-rapprochés, comme on le trouve dans la Russie orientale européenne; ou même d'abord orientale, puis nulle et puis encore orientale, comme cela arrive près d'Irkoutzk. On ne peut donc faire usage, pour la détermination de la position du pôle magnétique, que des observations qui ont été faites très-près du pôle, comme celles qu'ont exécutées dernièrement les navigateurs anglais; mais ce voyage a été le premier qu'on ait entrepris dans ces régions, de sorte qu'il peut servir à déterminer la position, mais non le mouvement du pôle magnétique.

En général, il existe un trop grand nombre d'observations qui tendent à prouver que les actions magnétiques de la terre émanent de points très-rapprochés de son centre, pour qu'on puisse proprement parler de pôles magnétiques, c'est-à-dire de centres d'actions magnétiques rapprochés des pôles. Dans le voisinage des pôles où la force directrice de l'aiguille horizontale est si faible, une masse ferrugineuse déposée sur la surface de la terre, peut facilement agir avec plus

d'énergie sur l'aiguille de déclinaison, que la force magnétique terrestre proprement dite. Il me semble qu'après la découverte de M. Arago, il est bien plus naturel d'admettre que toute la masse de la terre est magnétique, et que la terre agit, à cet égard, à-peu-près comme un sphéroïde en fer doux, dont les actions magnétiques semblent également émaner du centre.

J'ai déjà fait voir que, dans un lieu donné, la déclinaison magnétique augmente à mesure que la ligne sans déclinaison s'en éloigne. Mais tandis que l'une de ces lignes s'éloigne, l'autre doit se rapprocher. La déclinaison augmentera donc seulement jusqu'à un certain point, et diminuera de nouveau, à mesure que l'autre ligne sans déclinaison s'approchera : la déclinaison atteindra son *maximum* lorsque la station se trouvera au milieu entre les deux lignes sans déclinaison. Ceci a lieu à Paris et à Londres, où la déclinaison occidentale a atteint son *maximum* il y a quelques années, et où l'aiguille rétrograde maintenant en vertu du rapprochement de la ligne sans déclinaison qui passe par la Russie. Il serait possible de tracer une ligne qui réunirait tous les points où la déclinaison occidentale est à son *maximum*. Cette ligne doit traverser la France occidentale ; il y aurait un grand intérêt à faire des observations directes sur le cours de cette ligne.

Il existe encore un autre genre de phénomènes magnétiques qui mérite toute l'attention des physiciens. M. Arago nous a fait voir (*Annales*, décembre 1825) qu'outre les variations régulières de déclinaison que l'aiguille magnétique éprouve chaque jour, il existe

encore des variations subites et irrégulières qui semblent être liées aux apparitions des aurores boréales. Les observations suivantes sur la marche de l'aiguille horizontale à Kazan, nous feront voir que la cause qui produit ces anomalies s'étend extrêmement loin.

1825.

7 Octobre, 9 heures du matin, le pôle nord de l'aiguille marche brusquement vers l'ouest, de 7′ à peu près. Le même soir, aurore boréale à Leith.

13 Octobre, 10 heures du soir, l'aiguille fait des mouvemens irréguliers vers l'est.

25 Octobre, 9 heures du soir, même phénomène.

27 Octobre, 5 heures du soir, l'aiguille marche vers l'est, de 7′ à peu près.

3 Novembre, 8 heures du soir, mouvemens irréguliers vers l'est, de 5′ à peu près. Durée d'une oscillation horizontale 31″,2325 à 13°$\frac{1}{2}$ R. de température; les soirs précédens et suivans, cette durée était de 31″,2323 à 13° et de 31,2388 à 13°. — Aurore boréale à Leith, à 11 heures du soir. A Paris, l'aiguille s'était écartée de sa position ordinaire de 9′ vers l'orient.

4 Novembre, aurore boréale à Leith, très-vive, mais de courte durée. A Paris, l'aiguille fait des mouvemens très-irréguliers avant midi. A Kazan, on ne remarque rien, sinon que la durée d'une oscillation horizontale n'est pas, comme à l'ordinaire, plus grande le matin que le soir.

22 Novembre, à 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir, l'aiguille marche vers l'est, de 9′. Durée d'une oscillation 31″,2101 à 12°$\frac{1}{2}$; le soir précédent 31,2318 à 13°$\frac{1}{2}$. Aurore bo-

réale à Leith; mouvemens irréguliers de l'aiguille à Paris. Le lendemain, on vit encore à Paris comme à Kazan, des traces d'un mouvement irrégulier.

(Ici finit la liste des aurores boréales observées à Leith, que M. Arago nous a donnée dans le Mémoire cité).

24 Novembre, le soir, mouvement rapide vers l'ouest. Durée d'une oscillation 31″,1820 à 11° ½ de température.

11 Décembre, 9 heures du soir, l'aiguille marche vers l'est, de 3′ à peu près. Durée d'une oscillation 31″2095 à 11°.

25 et 26 Décembre, 10 heures du soir, mouvement irrégulier vers l'est.

1826.

5 Janvier, 10 heures du soir, l'aiguille s'écarte considérablement (de 16′ à peu près) vers l'est. Aurore boréale visible à Koenigsberg en Prusse (indiquée dans les journaux).

13 Janvier, 9 heures du matin, l'aiguille s'écarte un peu vers l'est; durée d'une oscillation 31″2275 à 13°; le lendemain 31,2143 à 12°.

22 Janvier, 8 heures du soir, mouvement irrégulier vers l'est.

18 Août, 6 h. ½ du soir, le même phénomène.

2 Septembre, 8 heures du soir, écart irrégulier vers l'ouest.

14 Septembre, 5 heures du soir, l'aiguille marche vers l'est de 9′ à 10′. Durée d'une oscillation 31,2887 à 8° ½; le 12 septembre, au soir, 31,2606 à 18°; le 15 septembre, au soir, 31,2759 à 18° ¾. Ces mouvemens durèrent encore les 15 et 16.

25 Septembre, écart peu considérable vers l'ouest.

20 Octobre, mouvemens irréguliers.

25 Octobre, 7 heures du soir, l'aiguille s'écarte vers l'est.

7 Novembre, le soir, l'aiguille s'écarte de sa position ordinaire vers l'est. Durée d'une oscillation 31,2632 à 15°; le soir précédent, 31,2394 à 15°, et le soir suivant, 31,2547 à 18°.

16 Novembre, l'aiguille s'écarte un peu vers l'ouest.

20 Novembre, 6 heures du soir, l'aiguille s'écarte vers l'est. Durée d'une oscillation 31,2945 à 17° $\frac{1}{2}$; le 17 novembre, le soir, 31,2606 à 17°; le 21 novembre, le soir, 31,2515 à 16° $\frac{3}{4}$.

Ces observations nous font voir qu'il existe une liaison intime entre la cause de l'aurore boréale et celle des écarts irréguliers de l'aiguille horizontale. Cette cause doit s'étendre très-loin, puisque les aiguilles, à Paris et à Kazan, en sont également affectées.

J'ai souvent fait osciller l'aiguille pendant qu'elle s'écartait ainsi de sa position ordinaire, mais je n'ai pu remarquer aucune différence entre la durée d'une oscillation dans ce moment et dans tout autre, j'en excepterai quelques cas où l'écart était fort considérable, par exemple, le 14 septembre, le 7 et le 20 novembre 1826, et le 24 novembre 1825. (Voyez les observations ci-dessus, où j'ai aussi donné, pour terme de comparaison, la durée d'une oscillation du jour précédent et du jour suivant.) Il est sans doute bien remarquable que le 7 septembre, le 7 et le 20 novembre 1826, lorsque l'aiguille s'écartait vers l'est, la durée d'une oscillation

était plus grande qu'à l'ordinaire ; au lieu que le 24 novembre 1825, lorsque l'aiguille s'écartait vers l'ouest, elle était plus petite. Nous avons vu plus haut que l'inclinaison magnétique croît et diminue comme la durée des oscillations ; les observations que je viens de citer semblent donc prouver que l'inclinaison diminue lorsque l'aiguille s'écarte vers l'ouest, et qu'elle s'accroît lorsqu'elle marche vers l'est. Ne pourrait-on pas expliquer cela par une rétrogradation momentanée de la ligne sans déclinaison ? Effectivement, lorsque cette ligne avance un peu vers l'ouest, l'aiguille s'écarte (à Kazan et à Paris) vers l'est, et l'inclinaison doit augmenter en même temps, puisque la latitude magnétique s'accroît ; au lieu que si la ligne sans déclinaison rétrograde pour un moment vers l'est, l'aiguille, à Kazan, doit marcher vers l'ouest, et l'inclinaison doit diminuer, parce que la latitude magnétique de Kazan décroît.

Sur *la Composition de l'Apatite*.

PAR G. ROSE.

(Extrait.)

Les apatites analysées par Klaproth et par M. Vauquelin ont donné des résultats si semblables entr'eux et tellement d'accord avec la théorie des proportions définies, que M. Berzelius, en examinant les phosphates, n'a pas cru devoir répéter l'analyse de l'apatite,

et qu'il a considéré ce minéral comme un phosphate de chaux basique, dont la composition est $\dot{C}a^8 \dddot{P}^2$.

Plus tard, Woehler a montré que l'acide muriatique que Klaproth et Rose avaient trouvé dans quelques phosphates et arséniates de plomb, en était un élément constant, et que ces minéraux étaient composés de 1 atome de chlorure de plomb et de 3 atomes de sous-phosphate ou d'arséniate de plomb, et qu'ils pouvaient être représentés par l'expression :

$$Pb\,Ch^4 + 3\,\ddot{P}b^3 \left\{ \begin{array}{l} \dddot{P}^2 \\ \dddot{A}^2. \end{array} \right.$$

Depuis, ayant eu occasion de mesurer des cristaux de plomb arséniaté de Johann Georgenstadt, je fus frappé de la coïncidence de leurs angles avec ceux de l'apatite, et je soupçonnai que le plomb phosphaté et arséniaté (Grün-und Braunbleierz) était isomorphe avec ce minéral, qui, dans ce cas, devait aussi contenir de l'acide muriatique. C'est en effet ce que j'ai trouvé pour un grand nombre d'apatites que j'ai examinées, en les dissolvant dans l'acide nitrique et les essayant avec le nitrate d'argent ; mais la quantité d'acide muriatique a été très-variable, et j'ai reconnu qu'elles contenaient de l'acide fluorique, et en quantité d'autant plus grande qu'elles contenaient moins d'acide muriatique ; et par là il m'a paru vraisemblable que ces deux acides étaient isomorphes, et qu'ils se remplaçaient, comme l'acide arsénique et l'acide phosphorique, dans les plombs arséniatés et phosphatés.

Quoique j'aie analysé un très-grand nombre d'apatites, je n'en ai trouvé aucune qui ne contînt de l'acide fluorique. M. Berzelius dit que le fluate de potasse et celui de soude cristallisent en cubes et en octaèdres réguliers, comme les muriates des mêmes bases; mais on n'a aucune preuve que ce fait soit décisif pour l'isomorphisme du chlore et du fluore, puisque les formes des systèmes réguliers appartiennent aux composés les plus différens. Le fluate de peroxide de mercure cristallisant, suivant M. Berzelius, en cristaux prismatiques, j'ai cherché à en comparer la forme à celle du perchlorure de mercure; mais les cristaux que j'ai obtenus étaient trop petits et leurs faces trop peu éclatantes pour me permettre de les mesurer.

Néanmoins, si l'on se rappelle la grande ressemblance des combinaisons du chlore avec celles du fluore, il deviendra extrêmement vraisemblable que ces deux corps sont isomorphes. En admettant cette supposition, les apatites seraient composées de 1 atome de chlorure ou de fluorure de calcium, ou de 1 atome de leur mélange, avec 3 atomes de phosphate de chaux basique; et leur formule générale serait :

$$\left.\begin{matrix} Ca\,Ch^4 \\ Ca\,F^4 \end{matrix}\right\} + 3\,\ddot{Ca}^3\,\dddot{\ddot{P}}^2.$$

Par conséquent, lorsqu'on connaîtra la proportion du chlore qu'il est toujours très-facile de déterminer avec exactitude, on pourra en conclure celle du fluore, qu'il est au contraire très-difficile de connaître par l'expérience, puisqu'elle doit en être le complément pour

former un atome. Cette règle s'est trouvée confirmée par les résultats d'un grand nombre d'analyses.

Les résultats qui suivent ont pour objet de faire connaître seulement la quantité de chlorure et de fluorure de calcium dans chaque apatite examinée : le complément à 100 sera la quantité de sous-phosphate de chaux. On a négligé le peu de fer et de manganèse que contiennent quelques espèces, comme étant tout-à-fait accidentel.

	Chlorure de calcium.	Fluorure de calcium.	Densité.
Apatite de Snarum en Norwège.	4,280	4,590	3,174
de Cabo de Gata en Espagne	0,885	7,049	3,235
d'Arendal	0,801	7,010	3,194
de Greiner dans le Tyrol	0,150	7,690	3,175
de Faldigl dans le Tyrol	0,100	7,620	3,166
du Saint-Gothard	0, trac.	7,690	3,197
d'Ehrenfriedersdorf	*id.*	7,690	3,211

Plomb vert.

Les cristaux de ce minéral qu'il a été possible de mesurer exactement ont la même forme que ceux de l'apatite. Un cristal de Johann Georgenstadt a donné, pour l'inclinaison de deux faces terminales opposées, 99°,2′ 30″; le plomb phosphaté brun de Bleistadt en Bohême 99°—23′. Il ne contenait point une quantité notable d'arsenic, et était essentiellement composé de

chlorure et de phosphate de plomb. Un autre phosphate brun de Mies en Bohême, qui paraissait semblable au précédent, a donné, pour le même angle, 98°,13′; mais, quoique l'image réfléchie par les faces du cristal ne fût pas très-nette, la différence est trop grande pour être attribuée à cette cause (1).

Néanmoins, en comparant ces angles à ceux analogues de l'apatite qui sont :

Pour l'apatite d'Ehrenfriedersdorf...	99°,23′,
du Saint-Gothard.....	99 ,26,
de Cabo de Gata.....	99 ,32,

l'isomorphisme des deux minéraux paraîtra évident, et on pourra représenter leur composition par une formule analogue. Leur différence consiste en ce que dans l'apatite c'est la chaux qui sert de base, et que dans le plomb vert c'est l'oxide de plomb. Le fluore manque aussi dans le plomb vert, et réciproquement l'acide arsénique ne se trouve point dans l'apatite. On saura plus tard si cette différence est accidentelle ou constitutive; mais il ne serait point étonnant que l'on trouvât des apatites qui continssent du plomb et de l'arsenic, et des plombs verts qui continssent du fluore et de la chaux. Au reste, ce n'est pas la première preuve de l'isomorphisme de la chaux et de l'oxide de plomb que

(1) Le plomb vert de Zschopau ne contient point d'acide arsénique; il a pour densité 7,054; le phosphate blanc du même endroit en contient 2,30 pour cent, et a pour densité 7,084. Le plomb vert de Johann Georgenstadt contient 21,20 d'acide arsénique, et sa densité est 7,263.

nous offrent l'apatite et l'oxide de plomb vert. Déjà Mitscherlich l'avait conjecturé, puisqu'il a montré que les carbonates et les sulfates neutres anhydres des terres et des oxides métalliques se divisent en deux groupes d'après leur forme. A l'un de ces groupes, parmi les carbonates, appartiennent la chaux carbonatée, la chaux carbonatée magnésifère, la chaux carbonatée manganésifère, le manganèse oxidé silicifère; et à l'autre groupe, le plomb, la baryte et la strontiane carbonatés. Parmi les sulfates, la chaux sulfatée anhydre appartient au premier groupe (on ne connaît pas les autres sulfates anhydres de ce groupe), et au second, le plomb, la baryte et la strontiane sulfatés. Ces deux groupes, dans les carbonates, sont liés par une substance, la chaux, qui appartient au premier groupe comme spath calcaire, et au second comme arragonite; et par là seraient terminées les longues discussions sur la cause de la différence de forme entre ces deux minéraux. Cette explication pouvait paraître douteuse à l'époque où l'arragonite et le plomb carbonaté offraient le seul exemple de l'isomorphie de la chaux et de l'oxide de plomb; mais depuis, Heeren a montré que les hypo-sulfates de chaux et de plomb sont isomorphes; Lévy, que les tungstates des mêmes bases le sont aussi, et enfin l'apatite et le plomb vert offrent un nouvel exemple de l'isomorphie de la chaux et de l'oxide de plomb.

Il résulte de plus des recherches précédentes, que le chlore et le fluore sont isomorphes. La ressemblance des combinaisons analogues de ces deux corps pouvait le faire conjecturer, et l'observation de M. Berzelius que les fluorures de potassium et de sodium cristallisent

comme les chlorures analogues, le rendait plus vraisemblable encore; mais il était nécessaire, pour lever toute espèce de doute, d'observer des cristaux n'appartenant pas à des systèmes réguliers.

Il est à remarquer que les apatites qui contiennent le plus de fluore, comme celles du Saint-Gothard et d'Ehrenfridersdorf, présentent les formes les plus compliquées. Est-ce que la phosphorescence dans les apatites aurait quelque rapport avec la proportion du fluore? Suivant Haüy, on ne la rencontre que dans les apatites terminées par un plan perpendiculaire à l'axe, et non dans les autres, comme celles d'Espagne.

(*Annalen der Physik und Chemy*, 1827.)

Sur *la Composition des Minerais de fer en grains.*

Par Mr P. Berthier.

Il existe des minerais de fer en grains dans plusieurs formations, mais principalement dans une formation plus nouvelle que la craie et dans le calcaire oolitique.

Dans la formation la plus moderne, les minerais en grains alternent avec des argiles, des sables quarzeux et des grès; ils sont rarement associés à des pierres calcaires : on en voit cependant quelques exemples. Le plus souvent les grains de minerai ne sont pas agglomérés entr'eux, et ils deviennent libres quand on délaie dans l'eau l'argile sableuse qui les enveloppe; mais quelquefois ils sont fortement agglutinés par une pâte ferrugineuse, dont la composition diffère peu de celle

des grains eux-mêmes. Cette formation est stratifiée en bancs horizontaux, et elle remplit les dépressions et les crevasses du sol sur lequel elle repose.

Dans la formation oolitique, les minerais en grains sont stratifiés avec des argiles et avec des bancs de pierres calcaires. C'est ainsi qu'il en existe à Villebois (département de l'Ain), dans les montagnes du Jura ; à Couches, près le Creusot (département de Saône-et-Loire) ; dans le département de l'Aveyron ; à Hayanges (département de la Moselle), etc. Les grains sont tantôt disséminés dans une pâte calcaire, ordinairement un peu argileuse et sans se toucher les uns les autres, et tantôt ils sont tellement rapprochés qu'ils sont comme juxtaposés ; alors ils ont pour gangue une argile très-ferrugineuse. Les gîtes de minerais de fer forment dans le calcaire oolitique des bancs souvent fort puissans et toujours très-étendus ; mais ces bancs sont d'une richesse très-inégale dans leurs diverses parties, et ils présentent quelquefois des particularités que nous ferons connaître.

Les principes essentiels des minerais en grains sont l'hydrate de peroxide ou le peroxide sans eau, et très-souvent ces deux substances ensemble ; mais l'oxide, non plus que l'hydrate, n'y est jamais pur ; il y a habituellement mélange d'argile et de sable quarzeux. Les argiles sont, comme on sait, des composés en proportions diverses, mais déterminées, de silice et d'alumine : selon qu'il se trouve de la silice et de l'alumine dans telles ou telles quantités relatives dans les minerais, ceux-ci sont plus ou moins fusibles : les plus fusibles sont ceux qui renferment le plus de silice, pourvu toute-

fois, qu'ils contiennent en même temps une quantité notable d'alumine. Il existe quelques minerais dans lesquels cette terre manque absolument ; mais alors ils perdent la texture oolitique, et ils constituent des bancs compactes et continus ; ce sont des mélanges intimes d'hydrate de fer et de quarz hyalin.

Les minerais de fer en grains renferment quelquefois de l'hydrate d'alumine pur. J'en ai trouvé deux exemples, l'un dans le minerai rapporté par M. Mollien, de la province du *Fouta-Diallon* en Afrique ; l'autre dans un minerai des Beaux, près d'Arles : ces minerais ne contiennent pas du tout de silice. Mais on rencontre plus souvent des minerais très-alumineux qui paraissent contenir à la fois de l'argile et de l'hydrate d'alumine. Les minerais de la Champagne et d'une partie de la Bourgogne sont dans ce cas : aussi, pour les fondre, est-on obligé d'y ajouter, outre la castine, ce qu'on appelle de l'*herbue*, substance qui n'est autre chose que du quarz grossier. Par exemple, j'ai trouvé le minerai de Mont-Girard, près Saint-Dizier, que l'on traite dans le haut-fourneau de Bienville, composé de

Peroxide de fer...	0,690 ;
Silice et sable....	0,072 ;
Alumine.........	0,070 ;
Eau.............	0,160.
	0,992.

Pour en faire l'essai, il faut y ajouter environ 0,18 de silice et 0,25 de carbonate de chaux, et alors il fond très-bien, et il donne 0,478 de fonte de bonne qualité.

Quand on traite ce minéral par l'acide muriatique, la

plus grande partie de l'alumine se disssout ; c'est là ce qui me porte à croire que cette terre s'y trouve principalement à l'état d'hydrate ; car, parmi les argiles qui sont connues, les plus alumineuses ne cèdent que la moitié tout au plus de l'alumine qu'elles contiennent aux acides autres que l'acide sulfurique concentré et bouillant. La proportion d'eau s'accorde d'ailleurs avec cette supposition ; car l'hydrate de fer et la plupart des argiles n'en renferment que 0,13 à 0,14, tandis que le minerai en donne au moins 0,16.

Il est connu depuis long-temps que les minerais de fer en grains sont presque toujours mêlés de peroxide et d'hydrate de deutoxide de manganèse, et que ces substances s'y trouvent même souvent en très-grande proportion. Ils contiennent aussi très-fréquemment de l'acide phosphorique, surtout ceux qui proviennent des terreins calcaires, et qui, à cause de cela, donnent ordinairement du fer cassant à froid. Il paraît que cet acide y existe combiné, tantôt avec l'oxide de fer et tantôt avec de la chaux.

Outre les substances que je viens d'indiquer, j'ai à en faire connaître d'autres que j'ai rencontrées récemment dans plusieurs minerais en grains.

J'ai remarqué que, dans plusieurs de ces minerais provenant des départemens de la Champagne, de la Bourgogne et de la Lorraine, il y a des grains qui agissent sensiblement sur le barreau aimanté, et que l'on peut même enlever par ce moyen. Dans la plupart des minerais il n'y en a que très-peu, souvent moins de $\frac{1}{1000}$; mais dans quelques-uns, tels que ceux de Narcy, , Dizier, et de Aumetz, département de la

Moselle, il s'en trouve près de 10 pour $\frac{0}{0}$. Les grains magnétiques ne diffèrent en rien de ceux qu'ils accompagnent par leur aspect, leur forme ou leur grosseur; mais j'ai reconnu qu'ils contiennent en mélange intime un composé de silice, d'alumine et de protoxide de fer, auquel ils doivent leur vertu magnétique. Ce composé est analogue à l'espèce que j'ai nommée *chamoisite*, mais non pas identique.

Voici comment j'ai procédé à l'analyse, et quels sont les résultats que j'ai obtenus :

J'ai traité la matière porphyrisée par l'acide muriatique concentré parfaitement pur : elle s'est facilement attaquée, et quand elle a été complètement décolorée, j'ai étendu la liqueur de beaucoup d'eau bouillie, et j'ai introduit peu à peu dans la dissolution du sous-carbonate de soude jusqu'à commencement de précipité rouge; j'ai laissé le dépôt se former spontanément, et j'ai filtré quand la liqueur s'est trouvée complètement décolorée. Le précipité contenait tout le peroxide de fer et une petite quantité d'alumine. Pour doser le protoxide de fer qui restait tout entier dans la dissolution, j'ai fait bouillir celle-ci avec de l'acide nitrique pour suroxider le fer, et j'ai précipité le peroxide qui s'est formé et le reste de l'alumine par le moyen de l'ammoniaque. La partie du minerai insoluble dans l'acide muriatique était blanche et semi-gélatineuse; elle se composait en général d'un mélange d'argile, de grains de quarz et de silice en gelée provenant du silicate magnétique. Pour déterminer la proportion de la silice, j'ai calciné le résidu, je l'ai pesé, je l'ai fait bouillir avec une dissolution de potasse caustique, qui

a dissous toute la silice sans attaquer le quarz et l'argile, j'ai lavé, calciné de nouveau, et j'ai eu la proportion de la silice par différence de poids.

Il m'est arrivé souvent de ne trouver que très-peu de protoxide de fer, ou même de n'en pas trouver du tout, dans des grains très-fortement magnétiques ; mais alors la présence de la silice gélatineuse dans la partie insoluble dans les acides a toujours démontré l'existence de l'alumino-silicate de fer. J'ai remarqué que ces grains perdent leur vertu magnétique par la calcination en vase clos, tandis que ceux qui donnent du protoxide de fer avec l'acide muriatique agissent à peu près aussi fortement sur le barreau après qu'ils ont été calcinés, que dans leur état naturel. Je me suis facilement rendu compte de ces anomalies en observant que les minerais qui donnent de pareils résultats contiennent toujours une quantité très-notable de manganèse : en effet, ce métal s'y trouvant soit à l'état d'hydrate de deutoxide, soit à l'état de peroxide, doit abandonner une certaine portion d'oxigène lorsqu'on le traite par l'acide muriatique ou lorsqu'on le calcine, pour revenir à l'état de protoxide dans le premier cas, et à l'état d'oxide rouge dans le second : or, dans ces deux circonstanes, l'oxigène dégagé doit se porter sur le protoxide de fer qui en est très-avide, et le convertir en oxide rouge. La propriété magnétique du minerai doit donc être détruite par l'effet de cette conversion, puisque l'oxide rouge de fer ne jouit pas de cette propriété.

Quand il y a du manganèse dans les grains magnétiques, on ne peut pas déterminer d'une manière exacte la proportion de protoxide de fer qu'ils contiennent,

parce qu'il faudrait savoir pour cela précisément à quel degré d'oxidation le manganèse s'y trouve, ce qui est à peu près impossible; mais cela importe peu pour le résultat général.

J'ai analysé deux minerais en grains magnétiques absolument exempts de manganèse, l'un venant de Châtillon, département de la Côte-d'Or, et l'autre de Narcy, près Saint-Dizier, département de la Marne. Ils contiennent :

	Celui de Châtillon.	Celui de Narcy.
Protoxide de fer...	0,153	0,157
Silice gélatineuse..	0,020	0,046
Alumine.........	0,070	0,050
Argile et quarz...	0,020	0,024
Peroxide de fer..	0,673	0,700
Eau...........	0,064	0,016
	1,000	0,993
Fonte à l'essai...	0,604	0,590 à 0,600.

Les grains magnétiques de Châtillon sont de diverses grosseurs, mais la plupart très-petits : on ne les trouve qu'en petit nombre dans le minerai. Ils fondent bien avec addition de 0,03 de carbonate de chaux : il ne se dégage, dans l'essai par voie sèche, que 225 d'oxigène pour 604 de fonte, ce qui confirme le résultat de l'analyse par voie humide, puisque si le fer se fût trouvé tout entier à l'état de peroxide, le dégagement d'oxigène aurait été de près de 0,250.

Les grains magnétiques de Narcy sont très-petits et de forme un peu aplatie; le minerai dans lequel on les trouve en renferme près de $\frac{1}{10}$e de son poids. Ces grains fondent bien avec addition de 0,04 de carbonate de chaux, et il ne se dégage, dans l'essai, que 0,23 à 0,24 d'oxigène.

Les grains magnétiques qui proviennent des mines de Stigny, d'Irouer et de Gland, près Ancy-le-Franc, département de l'Yonne, et ceux que l'on peut recueillir dans les mines de Pierre-Viller, près Moyeuvre, département de la Moselle, ne donnent pas de protoxide de fer quand on les traite par l'acide muriatique, et ils perdent leur vertu magnétique lorsqu'on les calcine; aussi y trouve-t-on par l'analyse 0,04 à 0,05 d'oxide de manganèse ; mais ils produisent tous de la silice gélatineuse, soluble dans les alcalis liquides, dans des proportions qui varient, comme dans les minerais de Châtillon et de Narcy, entre 0,02 et 0,05.

Le minerai de Gland m'a présenté en outre une particularité intéressante. Les grains ont la grosseur du petit plomb de chasse : lorsqu'on les fait digérer, sans les concasser, dans de l'acide muriatique concentré à une douce chaleur, ils se décolorent complètement en vingt-quatre heures sans perdre leur forme; et l'on voit au milieu de la matière terreuse qui reste non dissoute, une multitude de grains métalliques noirs et très-éclatans. Quoique ces grains soient extrêmement petits, on peut cependant aisément reconnaître, à l'aide d'une forte loupe, qu'ils sont cristallisés, et que leur forme est celle d'un octaèdre régulier tronqué sur tous ses sommets : ils sont très-magnétiques, et l'on peut aisément les extraire de la matière terreuse par le moyen du barreau aimanté. Leur poids s'élève au plus à $\frac{1}{100}$ du poids de la matière traitée par l'acide muriatique. J'ai reconnu, par des essais au chalumeau, qu'ils se composent d'oxide de fer contenant un peu de titane et de manganèse : ils appartiennent donc à l'espèce

fer titané, contenant la proportion *minimum* de titane.

J'avais depuis long-temps observé, en faisant des essais des minerais de fer en grains, que les scories présentaient souvent à leur surface l'enduit métallique rouge de cuivre, qui est l'indice certain de la présence du titane : ce phénomène se trouve maintenant expliqué. On voit aussi d'où vient le titane métallique que l'on rencontre de temps à autre dans le creuset de plusieurs hauts-fourneaux qui ne sont alimentés ni par la houille ni par les minerais de fer des houillères, à Hayanges par exemple.

Le fer titané n'existe qu'en très-petite quantité dans les minerais de fer en grains : il y est disséminé d'une manière tout-à-fait irrégulière ; aussi ne le trouve-t-on pas dans tous par l'analyse. Le minerai de Châtillon m'en a donné une quantité notable, mais non pas autant que le minerai de Gland : je n'ai malheureusement pu disposer que de quelques grammes de ce dernier.

Les minerais de fer en grains qui ont leur gisement dans le calcaire oolitique sont aussi parfois magnétiques. J'ai examiné celui de Hayanges, qui m'a présenté des mélanges remarquables.

On exploite à Hayanges une couche horizontale bien réglée, qui a 3 à 4 mètres de puissance. Elle fournit trois sortes de minerai, 1° du minerai brun, 2° du minerai bleu, et 3° du minerai gris ; celui-ci est le plus abondant. Le minerai brun n'est autre chose que de l'hydrate de fer à très-petits grains empâtés par une argile ferrugineuse et souvent calcaire ; il n'est pas magnétique. Le minerai bleu est ainsi dénommé, parce qu'il

a une couleur gris-bleuâtre au moment où il sort de là mine, mais sa teinte bleue s'affaiblit promptement à l'air, et elle passe au gris foncé olivâtre : ce minerai est très-fortement magnétique dans toutes ses parties ; sa structure est confusément oolitique à très-petits grains. Le minerai gris est un mélange visible à l'œil des deux espèces précédentes ; on y distingue les grains d'hydrate, dont la couleur jaune-brun tranche fortement avec celle de la pâte qui est gris-bleuâtre. Il agit d'autant plus fortement sur le barreau aimanté que la pâte est plus abondante et que la couleur de celle-ci est plus foncée. Ces trois variétés se trouvent répandues irrégulièrement en amas dans la couche métallifère, et elles passent de l'une à l'autre par nuances.

Au premier aspect, le minerai bleu paraît être homogène ; il ne l'est cependant pas : il se compose de trois espèces minérales qui sont mêlées ensemble d'une manière indiscernable à l'œil, et que les moyens chimiques seuls peuvent faire reconnaître. Ce minerai fait ordinairement une effervescence très-sensible avec l'acide acétique, même à froid ; mais quelquefois il n'en fait pas du tout : cela prouve que le plus souvent il contient du carbonate de chaux, et qu'il en est quelquefois absolument exempt. Lorsqu'on le traite par l'acide muriatique à froid, il se fait toujours une effervescence lente qui est due à un dégagement de gaz acide carbonique ; quand on chauffe, l'effervescence devient très-vive, et l'on remarque que la liqueur prend presqu'aussitôt une teinte verte, qu'elle paraît devoir à une substance de même couleur qu'elle tient en suspension ; à mesure que cette substance

se dissout, la couleur de la liqueur s'affaiblit et passe au jaune clair; en même temps la matière non encore dissoute devient presque blanche, et elle achève de se dissoudre en produisant jusqu'à la fin une effervescence vive. Cette matière a d'ailleurs tous les caractères du fer carbonaté, et l'analyse prouve que telle est effectivement sa nature.

La dissolution ne contient que du protoxide de fer, de la chaux et de l'alumine, et la seule matière insoluble qui reste après l'action prolongée de l'acide est de la silice à l'état gélatineux, et provenant par conséquent d'une combinaison détruite par l'acide. Cette combinaison est évidemment celle qui colore le minerai en bleu-verdâtre et qui lui donne la vertu magnétique, et elle se compose, comme la *chamoisite* et comme la substance magnétique qui se trouve dans les minerais de Châtillon, Narcy, etc., de silice, d'alumine, de protoxide de fer et d'une petite quantité d'eau.

L'échantillon que j'ai analysé m'a donné :

Protoxide de fer.......	0,610;
Chaux................	0,062;
Acide carbonique.......	0,203;
Silice gélatineuse.......	0,060;
Alumine..............	0,038;
Eau..................	0,025.
Magnésie, manganèse...	.....
	0,998.

Si l'on calcule la quantité d'acide carbonique qui est nécessaire pour saturer la chaux, puis la quantité de

protoxide de fer avec laquelle le reste de l'acide carbonique doit se trouver combiné, on trouve que le minéral est composé de :

Carbonate de chaux...	0,110	
Carbonate de fer.....	0,403	
Protoxide de fer.....	0,362	0,485.
Silice...............	0,060	
Alumine............	0,038	
Eau.................	0,025	
	0,998.	

D'après cela, la substance magnétique entre pour 0,485 dans le minéral, et elle se compose de :

		Oxigène.
Protoxide de fer...	0,747	0,1700 ;
Silice.............	0,124	0,0645 ;
Alumine..........	0,078	0,0365 ;
Eau..............	0,051	0,0450.
	1,000.	

Les quantités d'oxigène contenues dans chacun des élémens sont entr'elles à peu près comme les nombres 5, 2, 1 et 1 (en admettant 0,01 d'eau hygrométrique), et ces rapports conduisent aux formules AS^2f^5Aq et $fA+2f^2S+Aq$. La substance bleue de Hayanges se rapproche beaucoup de la chamoisite; elle en diffère en ce qu'elle renferme plus de fer que celle-ci dans le rapport de 5 à 4, et moins d'eau dans le rapport de 1 à 4 (la formule de la chamoisite étant

$\acute{A}S^2 f^4 \acute{A}q^4$). Le minéral de Hayanges est beaucoup plus fortement magnétique que la chamoisite : cela dépend évidemment de ce que le protoxide de fer s'y trouve combiné avec une proportion moindre d'élémens négatifs, la silice, l'alumine et l'eau, que dans cette dernière.

J'ai examiné un échantillon de minerai gris de Hayanges, et j'y ai trouvé de l'hydrate de peroxide, du carbonate et de l'alumino-silicate de protoxide de fer, sans mélange de carbonate de chaux.

Il est assez singulier que, dans les minerais d'Hayanges, le carbonate de fer soit absolument pur, tandis que dans toutes les autres formations il se trouve toujours combiné avec des proportions diverses de carbonates de magnésie, de chaux et de manganèse.

Il résulte de ce qui vient d'être exposé que les minerais de fer en grains, dont les principes essentiels sont le peroxide et d'hydrate de peroxide de fer, admettent un assez grand nombre de substances en mélange intime ou en mélange mécanique. Les substances qui s'y trouvent le plus habituellement, et qui avaient été anciennement observées, sont les argiles, le sable quarzeux, le peroxide et l'hydrate de deutoxide de manganèse, le phosphate de fer et le phosphate de chaux. J'ai fait voir, il y a quelques années, qu'ils contiennent quelquefois de l'hydrate d'alumine, et je viens de montrer qu'on y rencontre fréquemment des alumino-silicates de fer magnétiques, et parfois du fer carbonaté oolitique et du fer titané en très-petits grains cristallisés. Je pourrais encore faire men-

tion de la calamine; car il est certain que dans plusieurs fourneaux qui ne sont alimentés que par des minerais en grains, il se forme de temps à autre de la cadmie zincifère; mais je dois dire aussi que la quantité en est très-petite. Il existe des minerais de fer chargés de calamine, mais ils sont d'une toute autre formation que les minerais en grains.

Sur *une Production de salpêtre dans une circonstance particulière.*

Par M. Henri Braconnot.

La formation du salpêtre est encore enveloppée d'une si profonde obscurité que les moindres faits qui s'y rattachent ne doivent point être négligés. Je vais en citer un qui m'a été rappelé en lisant la *Théorie nouvelle de la Nitrification* de M. Lonchamp. M'étant chargé, en 1811, de diriger les travaux chimiques d'une manufacture de sucre de betterave, je crus devoir examiner les diverses parties de cette plante précieuse; et comme j'avais déjà signalé dans la famille des arroches ou des chenopodées une énorme quantité de potasse, unie aux acides oxalique et malique, je devais m'attendre à retrouver ces combinaisons dans la betterave, surtout dans ses tiges et ses feuilles, lesquelles fournissent en effet, après leur combustion, une cendre si riche en alcali, qu'elle se fond aisément à la chaleur et

surpasse en qualité plusieurs potasses du commerce. On sait que la betterave qui a crû dans un sol trop fumé contient beaucoup de nitre ; mais dans des terres maigres et sablonneuses elle n'en contient pas sensiblement, c'est du moins ce que j'ai observé dans ses feuilles ; celles-ci avaient été liées en botte et suspendues à des ficelles pour les dessécher dans un lieu médiocrement éclairé, chaud et un peu humide. Les ayant examinées au bout de plusieurs mois, je vis avec surprise les pétioles de ces feuilles entièrement pénétrées et couvertes d'une multitude innombrable de petits cristaux de salpêtre. Il est évident que l'acide nitrique avait remplacé les acides oxalique et malique qui avaient entièrement disparu. Cet acide a-t-il été formé sous l'influence de la matière animalisée naturellement contenue dans les pétioles de la betterave? Ou bien, d'après la nouvelle théorie de la nitrification proposée par M. Longchamp, a-t-il été produit exclusivement par les élémens de l'atmosphère? J'avoue que j'ai bien de la peine à adopter cette seconde supposition. S'il en était ainsi, des linges imprégnés d'oxalate et de malate de potasse, placés dans les mêmes circonstances que les feuilles de betterave, devraient se couvrir d'une efflorescence abondante de nitrate de potasse. Je n'ai point fait cette expérience. Quoi qu'il en soit, la production d'une aussi grande quantité de salpêtre dans les pétioles de la betterave, et qui les faisaient brûler rapidement comme une mèche d'artifice à l'approche d'un corps en ignition, parut si remarquable à M. Mathieu de Dombasle que nous résolûmes aussitôt d'établir une nitrière artificielle avec les résidus provenant de la fabri-

cation du sucre de betterave; mais il faut convenir que nos essais n'ont point eu le succès que nous en attendions.

Sur *une Altération du blé abandonné dans un réservoir souterrain.*

Par Mr Henri Braconnot.

Un particulier de Deneuvre, département de la Meurthe, en creusant sur l'emplacement de l'ancienne citadelle de cette ville, pour faire une cave, trouva une très-grande quantité de blé qui paraissait charbonné. M. Guibal de Lunéville, en m'envoyant un échantillon de ce blé pour l'examiner, n'a pu me donner de renseignement exact sur la cavité qui le renfermait. Ce grain était lisse à l'extérieur et avait parfaitement conservé sa forme; mais sa couleur noire et son aspect charbonneux annonçaient l'entière destruction de ses principes immédiats. Il surnageait sur l'eau et ne tombait au fond de ce liquide qu'après quelque temps de contact. Il était si fragile qu'il se laissait écraser entre les doigts en une poudre d'un noir aussi foncé que du noir de fumée, et en le frottant sur du papier, on pouvait tracer des caractères et former des dessins à peu près comme avec le crayon noir des dessinateurs.

10 grammes de ce blé réduit en poudre, mis en ébullition avec de l'eau, lui ont communiqué une légère couleur ambrée; la liqueur, évaporée à siccité, a laissé 0,15 gram. d'une matière saline, dont une portion s'est

dissoute dans l'alcool concentré. Elle était déliquescente et a vivement détoné sur un charbon incandescent. Une autre portion, dissoute dans l'eau, était abondamment précipitée par le nitrate d'argent et par le carbonate d'ammoniaque : c'était du muriate et du nitrate de chaux. La portion de matière saline sur laquelle l'alcool n'avait point d'action, ayant été redissoute dans l'eau, a fourni par l'évaporation spontanée, 1° quelques petites aiguilles de nitrate de potasse qui fusaient rapidement sur un charbon ardent; 2° un sel cubique plus abondant, qui était précipité par le nitrate d'argent et par l'hydro-chlorate de platine, et avait toutes les propriétés du muriate de potasse; 3° un sédiment peu soluble dans l'eau qui m'a paru être du sulfate de chaux. Les 10 grammes de ce blé sur lesquels l'eau n'avait plus d'action, traités par l'alcool bouillant, ont donné une liqueur à peine colorée, laquelle, évaporée à siccité, a laissé une très-petite quantité d'une matière grasse brunâtre, qui avait la consistance de la cire. Ainsi épuisé par l'eau et par l'alcool, ce blé a été mis en ébullition à plusieurs reprises avec une légère dissolution de potasse : on a obtenu une liqueur très-colorée de laquelle les acides ont séparé une matière d'un brun foncé, qui saturait entièrement les alcalis et était analogue à l'ulmine. Il est resté 7,2 gram. d'un résidu insoluble dans la potasse; mais après avoir été mis en contact avec l'acide hydro-chlorique affaibli qui lui a enlevé de la chaux, de l'oxide de fer et du phosphate de chaux, ce résidu a acquis la propriété de passer en grande partie dans la potasse étendue d'eau; d'où il résulte qu'une portion d'ulmine était unie à la chaux

et formait avec elle une combinaison insoluble dans les alcalis. Au reste, cette matière, que je compare à l'ulmine, contenait de l'azote et même du soufre. Il est resté 3 grammes d'une matière carbonacée très-noire sur laquelle les alcalis n'avaient plus d'action; elle brûlait sans flamme, mais ne croquait point sous la dent comme le charbon. L'acide sulfurique concentré a paru avoir sur cette matière peu d'action à froid; mais l'acide nitrique l'a dissoute, surtout à l'aide d'une douce chaleur; de l'eau, mélangée à cette liqueur brune, y a formé un précipité qui avait une couleur de chocolat. Bien lavé, il était insipide, se dissolvait entièrement et avec une extrême facilité dans les alcalis dont il saturait les propriétés, et d'où il était précipité par les acides. Il paraît donc que l'acide nitrique fait éprouver à cette matière carbonacée une altération qui la rapproche de l'ulmine.

Vingt grammes du blé qui fait l'objet de cet examen, chauffés au rouge dans une cornue, ont donné un léger produit qui a rappelé au bleu le papier rougi par le tournesol, et il est resté 10 grammes d'un charbon qui s'est enflammé spontanément à la manière du phosphore. Exposé au feu, il a répandu, jusqu'à la fin de son incinération, une odeur prononcée d'ammoniaque, surtout par le contact de l'air humide, et il est resté une cendre rougeâtre qui contenait du muriate et du sulfate de potasse, très-peu de carbonate de potasse, du phosphate et du sulfate de chaux, et une quantité assez notable de carbonate de chaux et d'oxide de fer. Il résulte de l'examen de ce blé qu'il est composé de :

Ulmine..............................	26,5 ;
Ulmate de chaux contenant du phosphate de chaux et de l'oxide de fer environ....	42,0 ;
Matière carbonacée....................	30,0 ;
Muriate de potasse. Muriate de chaux. Nitrate de potasse. Nitrate de chaux. }	1,5 ;
Matière grasse ayant la consistance de la cire, quantité indéterminée..........	»
	1,00.

Quoique l'époque à laquelle ce blé a été emmagasiné dans la terre paraisse fort éloignée, il me semble que la première cause de son altération est due à l'humidité. Ne pourrait-on pas en dire autant de l'orge trouvée dernièrement dans un tombeau égyptien? Il est vrai que MM. Julia Fontenelle et Raspail, qui ont examiné ce grain, assurent qu'il avait été préalablement torréfié. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'on a trouvé, dans notre département, à Scarpone (1), du blé conservé en bon état, depuis plus de dix-huit siècles, dans un réservoir de mortier romain.

Quant au blé carbonisé de Deneuvre, on a pensé avec raison que le meilleur parti qu'on pouvait en tirer était de le faire servir comme engrais. Il renferme en effet les élémens du meilleur terreau dans lequel j'ai reconnu, il y a long-temps, la présence de l'ulmine, ses propriétés acides, ainsi que son influence sur la

(1) Ancienne station militaire des Romains.

végétation. J'ajouterai aussi que la terre de Bruyères, d'une excellente qualité, m'a offert un mélange d'un quart d'une matière combustible formée d'ulmine et d'une matière carbonacée peu soluble dans la potasse, analogue à celle dont nous avons parlé ci-dessus, et de ¾ de sable quarzeux très-pur, et dont les grains, transparens et incolores, ne contenaient aucune trace de calcaire. La matière combustible n'en contenait point non plus, ce qui paraîtra sans doute remarquable, surtout lorsqu'on fera attention que la terre de Bruyères convient tellement à tous les végétaux, que sa rareté dans un pays est un véritable obstacle à la culture de beaucoup de plantes étrangères.

Nancy, le 29 juin 1827.

Sur *le Sulfo-Cyanure de potassium dans la salive de l'homme.*

Par MM. F. Tiedemann et L. Gmelin.

En faisant évaporer la salive d'un jeune homme, sécrétée pendant qu'il fumait, on a obtenu 1,14 pour cent de résidu qui a été traité à chaud par l'alcool. Après le refroidissement, pendant lequel il s'est déposé une matière d'un brun pâle, l'alcool a été évaporé et a laissé un résidu qu'on a traité par l'eau. De gros flocons d'un blanc brunâtre se sont séparés, et l'eau contenait du sulfo-cyanure de potassium. Elle rougissait la teinture de tournesol (ce qui était dû à une altération de la salive pendant l'évaporation), faisait effervescence à froid avec l'acide nitrique, ne précipitait

point avec le chlore, l'acide hydro-chlorique, l'alun, le perchlorure de mercure et la potasse, mais bien avec le chlorure d'étain, l'acétate de plomb, le sulfate de cuivre, le nitrate protoxidé de mercure, le nitrate d'argent, la teinture de noix de galle, et donnait avec le perchlorure de fer, sans précipitation, une couleur d'un rouge de sang foncé.

Cette coloration, que Treviranus avait déjà observée, ne peut être due qu'à l'acide sulfo-cyanique; car la salive, distillée avec de l'acide phosphorique, a donné un produit limpide qui n'avait pas d'odeur d'acide, quoiqu'il rougît sensiblement le tournesol, et qui a donné avec le perchlorure de fer une couleur rouge très-foncée. Ce même produit a précipité abondamment en blanc les nitrates d'argent et de mercure, et après avoir été chauffé avec du chlorate de potasse et de l'acide hydro-chlorique, il a donné du sulfate de baryte avec le chlorure de barium. Enfin, avec les sulfates de fer et de cuivre on a obtenu un précipité blanc, pulvérulent, qui, bien lavé, a communiqué à la potasse la propriété de rougir le perchlorure de fer. On prouve facilement, par l'examen des cendres de la salive, que c'est à la potasse que se trouve combiné l'acide sulfo-cyanique. La partie soluble de ces cendres est formée de beaucoup de carbonate de potasse, de phosphate de potasse et de chlorure de potassium, et d'une petite quantité de sulfate de potasse : la partie insoluble était du phosphate de chaux avec un peu de carbonate de chaux et de magnésie.

On a aussi trouvé l'acide sulfo-cyanique dans la salive d'un autre jeune homme, sécrétée sans fumer.

MM. T. et G. ont trouvé à l'urine la propriété de rougir le perchlorure de fer ; mais comme, par la distillation de plusieurs liquides animaux (par exemple, des matières contenues dans l'estomac du bœuf), on obtient un liquide qui rougit avec l'acide hydro-chlorique seul, on ne peut tirer de ce fait aucune conséquence positive.

La salive du chien et celle du mouton ont aussi été examinées ; voici les résultats que les trois ont fournis :

La salive de l'homme ne contient en parties solides que de 1 à 2,5 pour cent ; celle du chien en contient comparativement davantage. Elles consistent, 1° en principe de la salive (*Speichelstoff*) ; 2° en osmazome ; 3° en matière muqueuse qui paraît dissoute à la faveur du carbonate de potasse ; 4° probablement en un peu d'albumine ; 5° chez l'homme, en une matière grasse contenant du phosphore ; 6° en sels solubles qui sont *a*) l'acétate de potasse, dont la présence ne peut cependant être démontrée directement, mais seulement par l'incinération ; *b*) du carbonate de potasse qui, chez le mouton, permet à la salive de faire effervescence avec les acides ; il est probablement à l'état de bi-carbonate ; c'est dans la salive du mouton qu'il est en plus grande quantité ; vient ensuite celle du chien, et enfin celle de l'homme qui en contient le moins ; *c*) du phosphate de potasse, en plus grande quantité dans l'homme et le mouton que dans le chien ; *d*) du sulfate de potasse qui n'existe dans les trois espèces de salive qu'en très-petite quantité ; *e*) du chlorure de potassium ; *f*) du sulfo-cyanure alcalin : c'est dans la salive de l'homme

qu'il y en a le plus ; il y en a très-peu dans celle du mouton, et peut-être pas du tout dans celle du chien ; le chlorure, chez l'homme, est presqu'entièrement à base de potassium ; chez le chien et le mouton il est à base de sodium avec une très-petite quantité de potassium ; *g*) des substances insolubles dans l'eau, qui sont du phosphate de chaux, moins de carbonate de chaux et très-peu de carbonate de magnéseie.

(*Annalen der Physik*, t. LXXXV, p. 321.)

Sur *l'Indigo*.

Par M. Just. Liebig.

On sait depuis long-temps que l'indigo, traité par de la chaux, du proto-sulfate de fer et de l'eau, perd sa couleur bleue et se dissout entièrement. On opère encore ce changement de l'indigo par d'autres substances ayant beaucoup d'affinité pour l'oxigène.

La liqueur jaune qui retient en dissolution l'indigo décoloré prend, au contact de l'air ou de l'oxigène, une couleur bleue ; et l'indigo, après quelque temps, se sépare entièrement de cette solution avec ses propriétés primitives.

M. Giobert (*Journal de Physique*. 78, page 462) suppose que l'indigo décoloré cède à l'oxigène de l'air une partie de son carbone, et que de là provient la réapparition de sa couleur bleue.

M. Dœbereiner croit que l'indigo bleu, en contact

avec l'eau et des substances désoxigénantes, décompose l'eau, s'approprie son hydrogène, et forme avec lui un hydracide qu'il appelle *acide isatique*. Cet hydracide céderait à l'oxigène de l'air son hydrogène, et redeviendrait par là de l'indigo coloré. D'autres chimistes, sans admettre aucune opinion sur la nature chimique de l'indigo décoloré, le regardent comme de l'indigo désoxidé, qui devient bleu en s'oxidant de nouveau.

Personne n'a cependant entrepris des expériences qui pourraient appuyer l'une ou l'autre de ces hypothèses; et quoique M. Dalton (*Philosophical Magazine*, t. LXV, p. 122) nous assure que l'indigo décoloré, en passant à l'indigo bleu, absorbe 6—8 p. c. d'oxigène, cette expérience ne me paraît pas mériter beaucoup de confiance, en ce que M. Dalton, de même que M. Thomson, n'a pu déterminer avec sureté la quantité de l'indigo décoloré combiné à la chaux, ni lui ni aucun autre chimiste n'ayant isolé jusqu'à présent l'indigo décoloré.

J'ai fait dernièrement quelques expériences sur cette matière, et quoiqu'elles ne soient pas aussi précises que je le désirerais, je crois cependant qu'elles pourront jeter quelque jour sur sa véritable nature.

Je me suis procuré d'abord la combinaison de l'indigo décoloré avec la chaux (la cuve d'Inde) en faisant digérer ensemble, pendant vingt-quatre heures, en vases clos, $1\frac{1}{2}$ part. d'indigo pur, 2 part. de protosulfate de fer, $2\frac{1}{2}$ p. d'hydrate de chaux et 50—60 p. d'eau. Le vase a été rempli, avant l'introduction de ces matières, avec du gaz hydrogène.

La liqueur claire qui surnageait sur le sulfate de chaux formé et l'oxide de fer avait une couleur jaune-

rougeâtre; on la sépara du précipité par un siphon rempli d'hydrogène, et on la mêla avec de l'acide muriatique étendu d'eau, qui contenait en dissolution du sulfite d'ammoniaque. Il se forma, par le mélange de ces deux liquides, un précipité blanc épais, qui devint bleu à l'air.

On recueillit ce précipité sur un filtre sans le contact de l'air, on le lava avec de l'eau bouillie qui tenait en dissolution du sulfite d'ammoniaque, et on le sécha à 100° dans un vase clos par lequel on fit passer continuellement un courant de gaz hydrogène; néanmoins la partie supérieure du précipité avait pris une couleur bleue cuivrée; mais la partie inférieure était d'un blanc sale.

Cette substance blanche, que j'appellerai *indigogène*, ne change pas de couleur dans un air sec; mais sous l'eau elle prend une couleur bleue foncée, qui acquiert par la dessication un aspect cuivreux. La substance bleue se volatilise par la chaleur, sans laisser de résidu, en vapeurs pourpres qui se condensent sur les parois froides du tube, en cristaux qui ne diffèrent en aucun point de l'indigo sublimé ordinaire.

L'indigogène se dissout dans les alcalis, mais sans les neutraliser; il est soluble également dans l'alcool (1), et insoluble dans l'eau et les acides.

Quand on remplit à moitié, par aspiration, un siphon de verre, de la solution de l'indigogène dans la

---

(1) M. Chevreul a décrit, dans son travail sur l'indigo et le pastel, une substance analogue; je ne doute pas qu'elle ne fût aussi de la même nature.

chaux (cuve d'Inde), et l'autre moitié avec de l'acide muriatique, l'indigogène se sépare en flocons blancs épais. En y mêlant, par le même procédé, de l'acide nitrique, au lieu d'acide muriatique, le précipité devient bleu à l'instant, et disparaît peu à peu entièrement. L'expérience suivante achève de convaincre que le changement de l'indigogène en indigo bleu provient d'une oxidation.

On versa sur une quantité connue d'indigogène sec, qui contenait une petite quantité d'indigo bleu, de l'ammoniaque caustique. La soustraction du poids de l'indigo bleu restant, de la quantité primitive, donna, pour le poids de l'indigogène dissous, 0,404 gram. On introduisit cette solution sous une cloche remplie de mercure, et on y fit passer peu à peu du gaz oxigène. Ce gaz fut absorbé en partie, et lorsque le volume restant ne changea plus, on évapora le liquide avec l'indigo qui s'était précipité, et on sécha le résidu à 100°. Le poids de l'indigogène avait augmenté, par l'absorption de l'oxigène, de 0,047 gr., c'est-à-dire, de 11 $\frac{1}{2}$ pour cent.

Cette augmentation de poids prouve sans doute la non-existence de l'acide isatique. Il m'a été impossible de préparer, avec les appareils qui étaient à ma disposition, de l'indigogène parfaitement exempt d'indigo bleu, et la science n'aurait rien acquis par l'analyse de l'indigogène impur. L'indigo est peut-être le seul corps organique auquel on puisse ôter une de ses parties constituantes sans le décomposer, et qui par oxidation passe à l'état d'un corps indifférent qui a beaucoup d'analogie avec les peroxides.

La teinture de tournesol se comporte en quelques points comme l'indigo; on sait qu'elle perd, en vase clos, sa couleur bleue, et qu'elle la reprend par l'exposition à l'air. J'ai encore fait quelques expériences sur les précipités que produisent les dissolutions de sels métalliques dans une dissolution de l'indigogène dans la chaux. Mais comme M. Runge a déjà publié quelques recherches sur cet objet, dans son Mémoire : *De Pigmento indico*, *etc.* Berlin, 1822, et que je sais qu'il va en faire connaître de nouvelles, je m'abstiens d'indiquer les miennes.

(*Magazin für die Pharmazie de Geiger*, *à Heidelberg.* Juin 1827.)

ERRATA *pour la Lettre de M.* Liebig, *et son Mémoire sur la Substance amère.*

Pag.	lig.	
72,	6	du bas; *au lieu de* calcium, *lisez*, potassium.
76,	3	du bas; *au lieu de* en faisant bouillir, etc., *lisez*, en faisant bouillir avec du chlorure d'or cet acide particulier, ou le composé qu'il forme avec la potasse, il ne se fait, etc.
80,	5	du bas; *au lieu d'*indigo, *lisez*, de teinture d'indigo.
82,	9	du bas; *au lieu de* mercure, *lisez*, potasse
85,	4	du haut; *effacez* que.

Extrait *d'un Mémoire sur la Combinaison de l'Huile volatile de girofle avec les alcalis et autres bases salifiables.*

Par M. Bonastre, Pharmacien.

Les huiles volatiles, dites essentielles, constituent une série de produits organiques ou immédiats, qui ne possèdent que quelques propriétés qui leur soient communes, telles que la volatilité, la solubilité dans l'alcool, etc. Elles diffèrent entr'elles sous plusieurs rapports; leur composition élémentaire est à peine connue, ainsi que l'action de plusieurs agens, tels que les acides et les bases.

Occupé, depuis plusieurs années, de recherches spéciales sur les résines qui ont une grande analogie avec la plupart des huiles volatiles; guidé par les nombreux et intéressans travaux de M. Chevreul sur les corps gras, et par ses considérations générales sur l'analyse organique, j'ai essayé de confirmer par quelques expériences l'opinion qu'il a émise sur les huiles essentielles et les résines. J'ai pensé qu'en les soumettant à l'action de ces mêmes alcalis caustiques qui l'ont conduit à des résultats si importans pour la science, j'arriverais à quelques combinaisons nouvelles qui pourraient jeter quelque jour sur la nature et les propriétés des huiles volatiles. Je me contenterai pour le moment de faire connaître les composés que j'ai obtenus par la réaction des alcalis et de l'oxide de plomb sur l'huile essentielle de girofle, obtenue et rectifiée par l'intermède de l'eau.

Propriétés physiques et chimiques de l'huile rectifiée.

Couleur,	diaphane, incolore.
Saveur,	âcre, caustique, piquante.
Odeur,	fragrante de girofle.
Consistance,	liquide à 18 ou 20 degrés au-dessous de o.
Densité,	selon le docteur Léwis, 1,034 ; selon mes propres expériences, 1,055, 1,061 (1).
Solubilité,	peu soluble dans l'eau ; très-soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique concentré et les huiles grasses.
Volatilité,	elle entre en ébullition et se volatilise au-dessus de 100 degrés.

Elle est sans action sur le papier de tournesol et de curcuma.

L'acide nitrique la décompose à froid, et la convertit à chaud en acide oxalique.

L'action du chlore l'épaissit, lui donne une couleur verte, mais ne donne point de cristaux, ainsi que le fait l'huile volatile de térébenthine.

---

(1) La différence de densité entre 1,055 et 1,061 est facile à expliquer, en ce que le premier nombre indique la densité de l'huile non rectifiée, tandis que le second représente celle de l'huile rectifiée, et que par sa rectification elle perd toujours une petite portion d'huile plus légère que l'eau.

Action de la Soude.

En versant parties égales d'huile volatile de girofle sur de la soude caustique, on obtient une combinaison en feuilles minces; l'huile se concrète et devient opaque en se solidifiant.

Si l'on étend d'eau cette combinaison et qu'on la soumette à la distillation dans une cornue de verre pendant une heure, on remarque à la surface de l'eau qui est passée dans le récipient un peu d'huile volatile; celle-ci paraît avoir éprouvé quelqu'altération dans ses élémens, elle n'a plus l'odeur fragrante du girofle, ni sa densité.

Le résidu a été filtré et rapproché convenablement, et, laissé en repos pendant deux heures, il s'est pris en une seule masse cristalline, demi-transparente et tapissée de nombreuses et belles aiguilles blanches, brillantes, dont quelques groupes isolés présentaient une forme radiée.

Cette combinaison retenait beaucoup d'eau alcaline; celle-ci, soustraite par plusieurs doubles de papier joseph, laissa les cristaux à nu sans endommager leur forme cristalline naturelle. Ayant achevé sa dessication à l'étuve, elle perdit sur 100 parties 90 d'eau.

La combinaison d'huile de girofle et de soude affecte la forme de fibres soyeuses memelonnées, d'un blanc éclatant, possédant entièrement la saveur âcre, forte et piquante du girofle; cette saveur est d'autant plus vive que l'huile volatile s'y trouve dans un état de division extrême.

A froid, elle exige 10 à 12 parties d'eau pour se

dissoudre, tandis qu'à chaud elle paraît soluble en toute proportion. Cette solution est toujours alcaline.

Les sels de fer agissent comme il suit :

Le proto-sulfate lui donne une couleur lilas ;

Le persulfate une couleur d'abord rouge, puis violette et même bleue ;

Le permuriate une couleur vineuse, tirant légèrement sur le rouge ;

Le malate une couleur brune.

Elle contient 18,57 pour cent de soude.

Dissoute dans l'eau, si l'on y verse quelques gouttes d'acide sulfurique faible, il y a décomposition, et l'huile volatile reparaît en gouttelettes fluides, un peu plus colorée qu'avant.

L'alcool à froid ou à chaud, ainsi que l'éther sulfurique, ne dissolvent point ou que très-faiblement cette combinaison. Ces véhicules enlèvent facilement l'huile volatile, qui n'est que faiblement retenue par la base.

Action de la potasse.

L'action immédiate de la potasse hydratée sur l'huile de girofle donne lieu à un produit susceptible de cristalliser en belles écailles. Au moment où la combinaison s'opère, une légère élévation de température a lieu.

100 parties de savonnule de potasse dissoutes dans s. q. d'eau et mises à bouillir dans une cornue, comme il a été fait plus haut pour le savonnule de soude, ont donné quelques gouttes d'une huile volatile un peu altérée, et dont la quantité n'est que d'un dixième de

celle employée : le surplus est resté en combinaison intime avec l'alcali.

La distillation achevée, on rapproche le résidu et on le met cristalliser dans un endroit frais. Après vingt-quatre heures, ce résidu présentait un assemblage de cristaux qui offraient une différence notable avec ceux du savonnule de soude.

Les cristaux de la combinaison de potasse se présentent sous forme d'écailles brillantes, peu volumineuses, plus ou moins blanches, chatoyantes, nacrées, quelquefois réunies autour des parois de la capsule. Ces cristaux sont doux au toucher, encore odorans, et jouissent sans aucune restriction de la saveur âcre, forte et piquante du girofle.

Mis en contact avec l'acide nitrique, ils développent une belle couleur rouge.

Dissous dans l'eau bouillante et filtrés de nouveau, une portion de l'huile volatile reparaît, et la portion de cristaux dissoute, rapprochée avec soin, se prend en une belle masse cristalline d'un blanc de perle.

Ces cristaux prennent, comme ceux du savonnule de soude, une couleur qui varie du rouge au violet, au bleu même plus ou moins intense, par la dissolution des sels de fer peroxidés.

Leur alcalinité est très-marquée.

Leur solubilité dans l'eau, l'alcool et l'éther est à peu près la même que celle du savonnule de soude.

Incinérés dans un creuset de platine, ces cristaux ont donné, après deux opérations, une moyenne qui peut être représentée par 11,69 de potasse pour 100 de savonnule.

Action de l'Ammoniaque liquide.

Par son contact ou l'agitation avec l'ammoniaque liquide, l'huile de girofle acquiert une consistance grenue, une couleur un peu foncée. Cette combinaison se précipite au fond de l'eau. Elle n'est point aussi ferme ni aussi persistante que celle opérée par la soude ou par la potasse. Exposée à l'air, l'ammoniaque s'affaiblit, et l'huile reparaît, mais plus colorée en général qu'avant sa combinaison.

Action du Gaz ammoniaque.

Par l'action d'un courant de gaz ammoniacal très-sec, action soutenue pendant quelques minutes dans un mélange réfrigérant, l'huile de girofle se solidifie promptement : elle prend alors l'aspect d'une matière butyreuse, grenue, parsemée de plusieurs petits cristaux aiguillés, aplatis, blanchâtres.

Cette combinaison, enfermée dans un vase bouché à l'émeri et à une température qui ne soit guère plus élevée que de 6 degrés au dessus de o, se conserve parfaitement à l'état cristallin. Si on débouche le vase, l'huile essentielle devient fluide. Si on le referme, l'huile redevient concrète, les cristaux reparaissent, et offrent un jeu de cristallisation tout-à-fait remarquable.

On peut ainsi obtenir en très-peu de temps et des cristaux et de l'huile volatile fluide. Cette expérience a lieu tant que l'huile est assez saturée de gaz pour donner lieu à une nouvelle combinaison.

Action de la Baryte.

On peut facilement obtenir cette combinaison bien cristallisée, et par plusieurs procédés qui dérivent tous du même principe, la grande affinité de l'huile de girofle pour la baryte.

Ainsi, qu'on agite à froid de l'eau de baryte et de l'huile de girofle, on obtiendra une combinaison pour ainsi dire instantanée, sous forme de globules cristallins.

Ou bien qu'on prenne l'eau qui s'élève pendant la distillation du girofle, et qui se trouve tellement chargée d'huile qu'elle en est toute laiteuse; qu'on y ajoute ensuite de l'eau de baryte, ou mieux encore de la baryte cristallisée; on obtiendra un précipité abondant; le liquide surnageant sera d'une limpidité parfaite, quoique retenant encore du savonnule de baryte en dissolution.

Il suffit alors de jeter le précipité sur un filtre, de le reprendre par de l'eau, de le faire bouillir, filtrer, rapprocher et mettre à cristalliser; après deux heures de repos, la moitié du liquide est prise en très-jolis cristaux d'un beau blanc de perle.

Qu'on triture enfin 200 parties de baryte caustique et 100 d'huile de girofle; qu'on soumette à la distillation dans un appareil convenable, et l'on observera bientôt que les premières portions du liquide reçu sont blanchâtres et surnagées d'un peu d'huile volatile.

Après un quart d'heure d'ébullition ménagée, on filtre le liquide, et celui-ci, rapproché et laissé en repos, cristallise au bout de quelques heures.

Les cristaux du savonnule de baryte ou de la combinaison barytique sont en aiguilles très-minces, aplaties, quelquefois entrelacées ; ils sont peu consistans, doux au toucher, d'un blanc nacré et brillant ; ils possèdent la saveur du girofle, et conservent une partie de son odeur.

Ils sont assez solubles dans l'eau froide, mais beaucoup plus dans l'eau bouillante, véhicule qu'ils retiennent et dans lequel ils se gonflent prodigieusement.

Au reste, ils jouissent, quoiqu'à un degré moindre que les savonnules de soude ou de potasse, de la propriété de prendre ou de développer avec la dissolution des sels de fer peroxidés, des teintes lilas ou violettes.

L'acide nitrique leur donne aussi une couleur rouge très-foncée en agissant sur l'huile volatile.

Comme la combinaison de baryte et d'huile n'a pas été totalement dissoute, on reprend ce qui reste sur le filtre, on le soumet à une nouvelle ébullition dans l'eau, on filtre le liquide bouillant, et l'on obtient encore des cristaux ; ce n'est qu'à la huitième fois qu'ils cessent de paraître.

Ces derniers cristaux sont remarquables en ce qu'ils se forment par groupes isolés, assez sembables à certains fucus.

Privés d'eau, ils ont une couleur d'un blanc terne ou terreux, sont un peu arides au toucher, peu odorans, et néanmoins possèdent encore la saveur du girofle.

Étendus d'eau et décomposés par un peu d'acide sulfurique dilué, ils cèdent bientôt leur base à l'acide, et l'huile volatile reparaît en gouttelettes légèrement brunies.

Cette huile, séparée des dernières combinaisons avec la baryte, avait dû perdre le plus de principes volatils et fluides, et par conséquent approcher de l'état concret. Cependant, après avoir été distillée de nouveau par l'intermède de l'eau et recueillie dans le récipient, elle a reparu avec tous ses caractères de fluidité, de transparence, de densité, d'affinité même pour les bases salifiables, et après son action sur les sels de fer au *maximum* d'oxidation, comme si cette huile n'avait subi aucune altération.

Après cette séparation par l'acide sulfurique et la distillation, elle avait acquis la propriété de rougir très-légèrement le papier de tournesol.

Cent parties de savonnule de baryte obtenues par la combinaison de l'huile avec l'eau de baryte ont donné :

Huile de girofle.........	69.70 ;
baryte.........	30.30 ;
	100.00.

Action de la Strontiane.

Le contact ou l'agitation seule de l'eau de strontiane et d'essence de girofle donne aussi naissance à un savonnule de strontiane qui a beaucoup d'analogie avec celui de baryte.

Si l'on fait bouillir ce savonnule dans l'eau, qu'on filtre et qu'on évapore convenablement, on obtient une combinaison cristalline, spongieuse, très-blanche, d'une saveur piquante de girofle, mais peu odorante. Le sa-

vonnule de strontiane est en partie soluble dans l'eau distillée ; il se décompose par l'acide sulfurique, et l'huile se sépare bientôt en gouttelettes.

La portion d'huile séparée se colore en rouge foncé par l'acide nitrique.

Le savonnule de strontiane se comporte en outre avec les sels de fer peroxidés comme celui de baryte.

Action de la Chaux.

La chaux vive forme avec l'huile de girofle une combinaison très-ferme, insoluble à froid, très-peu soluble à chaud et incristallisable.

On fait bouillir deux parties de chaux contre une d'huile de girofle, on filtre bouillant : le liquide filtré est transparent et coloré en jaune verdâtre ; il ne se trouble point par le refroidissement, mais il forme un précipité abondant par l'acide oxalique.

Lorsqu'on évapore le liquide on a soin de le filtrer de temps à autre, parce qu'il se forme à sa surface une pellicule jaunâtre qui devient tellement épaisse qu'elle retarde l'évaporation.

Cette pellicule est une véritable combinaison d'huile de girofle et de chaux ; il a fallu 188 d'eau pour la dissoudre sans que le liquide se troublât.

Le savonnule de chaux est en petites plaques minces, comme micacées, d'une couleur jaune, d'une faible odeur de girofle et d'une saveur extrêmement désagréable.

Il n'attire point l'humidité de l'air.

Il a peu d'action sur les sels de fer.

Il se colore en rouge par son contact avec l'acide nitrique.

Action de la Magnésie.

La magnésie calcinée forme à froid avec l'huile de girofle une combinaison très-solide et incristallisable.

Elle est totalement insoluble dans l'eau froide.

Par l'addition de 100 parties d'eau, une ébullition long-temps prolongée et la filtration bouillante, la combinaison ne s'est point dissoute : le liquide, filtré et soumis aux réactifs, n'a donné aucun indice de magnésie ; il en a été de même par l'évaporation du liquide. Ce dernier n'a laissé aucun résidu.

La magnésie reste donc combinée avec l'huile volatile sous forme d'une poudre blanche, presqu'inodore et d'une saveur de girofle peu prononcée.

Action de l'Oxide de plomb.

L'huile de girofle a été mise dans un tube effilé avec du protoxide de plomb (massicot). Ce mélange a été chauffé dans un bain d'huile porté à l'ébullition avec précaution, et j'ai obtenu une quantité d'eau plus grande que celle produite par la distillation à feu ou sans intermède.

Cette eau contenait un peu d'huile non décomposée, mais sensiblement altérée. On a trouvé dans le tube du carbone, de l'oxide de plomb brun et de l'oxide jaune. Ce résidu avait une odeur désagréable, qui ne ressemblait en rien à celle de girofle.

Mis en macération dans l'alcool, il a cédé à peine à ce véhicule quelque portion d'huile échappée à la décomposition.

Il en a été de même pour l'éther.

Avec les Oxides métalliques,

Pour reconnaître quelles altérations l'huile volatile de girofle pouvait subir en se combinant avec quelques oxides métalliques, j'ai fait les expériences suivantes :

1°. Dans une solution bouillante de savonnule de soude et d'huile de girofle, j'ai réuni une solution de sulfate de cuivre jusqu'à ce que le liquide fût sans action sur le papier de tournesol et de curcuma; il s'est formé un dépôt qui s'est réuni en masse brune qui à pris une couleur bleue céleste ou vert-de-gris; après une demi-heure d'ébullition, j'ai jeté le tout sur un filtre.

Le liquide a d'abord passé trouble et verdâtre; mais filtré de nouveau, il est devenu transparent. Il n'a donné aucun indice de la présence du cuivre par les réactifs; le dépôt ou magma, resté sur le filtre, a été séché à l'air; au bout de vingt-quatre heures, il était encore mou.

2°. Le savonnule à base de potasse a été traité de la même manière; la couleur bleue du sulfate de cuivre a passé sur-le-champ au brun. Le dépôt ressemblait au deutoxide de cuivre. Après une heure d'ébullition, la liqueur a été filtrée bouillante; elle a passé d'abord claire, mais elle s'est troublée par le refroidissement.

Filtrée une seconde fois et froide, elle est restée transparente, conservant une couleur brune-rougeâtre. Le dépôt resté sur le filtre est brun ; séché à l'air après vingt-quatre heures, il était encore humide et mou.

3°. Une solution de savonnule de potasse a été décomposée par le sous-acétate de plomb liquide, il s'est fait un précipité jaunâtre abondant ; j'ai fait bouillir après avoir ajouté de l'eau ; après une heure d'ébullition, la combinaison était pâteuse par suite de l'évaporation de l'eau. Elle est restée d'une couleur jaunâtre, consistante, un peu poisseuse, insoluble dans l'eau ; elle est devenue ferme et d'une consistance emplastique par son exposition à l'air.

4°. La savonnule de soude a présenté les mêmes phénomènes avec le sous-acétate de plomb. L'eau qui surnageait ces savonnules insolubles d'oxides de plomb et d'huile volatile de girofle a été filtrée, elle tenait en solution un peu de sel de plomb.

5°. Pour m'assurer si l'on pouvait opérer cette combinaison directement en faisant réagir le massicot et l'huile de girofle, j'ai pris parties égales de ces deux substances que j'ai fait bouillir d'abord dans une petite quantité d'eau, ayant soin d'agiter avec une tige en verre, et d'ajouter de l'eau pour remplacer celle qui s'évaporait. L'ébullition a été continuée pendant trois heures. J'ai obtenu une masse homogène, jaunâtre, moins foncée qu'au commencement de l'opération, d'une ténacité assez forte, analogue à l'emplâtre simple, insoluble dans l'eau. Ayant laissé refroidir et reposer, j'ai filtré la liqueur qui surnageait.

Ce liquide transparent se colore en jaune rougeâtre par quelques gouttes d'acide nitrique.

L'acide sulfurique et l'hydro-sulfate d'ammoniaque n'ont donné aucun indice de plomb.

6°. En opérant la décomposition du savonnule de soude bouillant par le sulfate de fer dissous dans l'eau, j'ai obtenu une combinaison ou magma, qui a pris sur-le-champ une couleur violette et même bleue.

7°. Il en a été de même en employant le savonnule de potasse, et le décomposant par le même sel de fer, en observant seulement que la couleur bleue produite a plus d'intensité que celle ci-dessus.

Nous sommes certains, et par les expériences que nous venons de rapporter et par celles que j'ai énoncées dans la première partie de ce Mémoire, que l'huile volatile de girofle, contracte une union intime avec les bases salifiables, et donne naissance à des combinaisons douées de propriétés particulières.

Ces composés, susceptibles de cristalliser, n'ont pas été indiqués avant ces expériences, ils n'ont été qu'entrevus par M. Chevreul, qui a pensé comme nous que ce qu'on appelle en général *résine* et *huile volatile* ne forme pas de combinaisons identiques et des espèces nettement définies.

Il restait à nous assurer, après toutes ces expériences, que l'huile de girofle n'eût éprouvé aucune altération chimique et qu'elle se fût séparée avec toutes ses propropriétés au moyen d'un acide.

J'ai eu occasion de vérifier cette observation avec les savonnules alcalins et l'huile de girofle; et comme les savonnules métalliques offrent le même résultat, nous

sommes autorisés à conclure que l'huile de girofle s'unit sans décomposition, c'est-à-dire sans altération dans sa constitution élémentaire, avec les bases salifiables. Ces composés offrent donc quelque légère différence avec les savons obtenus par la réaction des corps gras qui sont fixes et des alcalis, potasse, soude, etc. C'est pourquoi la dénomination de savonnule pourrait peut-être induire en erreur sur la nature des combinaisons d'huiles volatiles et d'alcali.

Pour me convaincre de cette vérité, j'ai pris du savonnule de plomb n° 5, et qui est devenu dur et friable par la dessication; je l'ai pulvérisé et délayé avec de l'eau, et j'ai versé de l'acide sulfurique affaibli qui s'est combiné avec l'oxide de plomb; ce liquide s'est troublé, quelques gouttes d'huile volatile brune se sont élevées à la surface; une autre portion était retenue au fond avec l'oxide de plomb. J'ai ajouté de l'eau chaude, et j'ai introduit le tout dans une cornue de verre; j'ai distillé à une douce chaleur; il a passé un liquide laiteux, entraînant avec lui de l'huile essentielle qui s'est montrée sous forme de belles gouttes très-blanches. Cette huile s'est ensuite déposée au fond de l'eau, offrant les mêmes caractères que celle que j'ai obtenue par la rectification de l'essence de girofle des Moluques.

J'ai séparé cette huile abandonnée par l'oxide de plomb, de l'eau distillée au fond de laquelle elle s'était déposée. Je l'ai combinée de nouveau avec la soude, la potasse, l'ammoniaque et la baryte, et elle m'a donné, par les mêmes procédés, les mêmes cristallisations que j'ai obtenues avec l'huile essentielle rectifiée.

Ainsi les alcalis et les oxides métalliques s'unissent à l'huile de girofle sans lui faire éprouver aucune altération dans sa nature, et à la manière des résines solubles à froid dans l'alcool.

Il est assez singulier que l'huile volatile de girofle soit la seule qui jusqu'actuellement (celle du piment de la Jamaïque exceptée) puisse se combiner avec les alcalis, et cette propriété la sépare, comme espèce distincte, de ce qu'on nomme *huiles volatiles ou essentielles*.

Conclusion.

Quoique les expériences que je viens de rapporter laissent quelque chose à désirer, j'ai pensé qu'il serait utile de les faire connaître pour attirer l'attention des chimistes sur cet objet, qui n'a pas encore été convenablement traité. N'ayant encore examiné que l'huile volatile de girofle, et en particulier celle de piment de la Jamaïque, je ne peux rien conclure pour les autres.

Mes expériences se réduisent à démontrer que l'huile essentielle de girofle peut contracter avec les alcalis et autres bases salifiables, une union assez intime pour acquérir une plus grande fixité, puisque par cette union elle devient moins susceptible de se volatiliser à l'air ou à la chaleur par une ébullition dans l'eau. Cette union est d'autant plus remarquable que les combinaisons qui en résultent offrent entr'elles et les différentes bases employées pour les obtenir une série de formes régulières et des proportions définies.

Que si cette huile volatile éprouve quelqu'altération

dans ses élémens, elle n'en conserve pas moins ses principaux caractères chimiques, comme la propriété de se colorer en rouge par l'acide nitrique, et de se convertir en acide oxalique par le même acide, surtout à l'aide de la chaleur.

Que l'action simultanée de l'eau et des alcalis à la température de l'eau bouillante lui donne la propriété de développer une couleur rouge ou brune, lilas foncé, bleue ou violette, par la dissolution des sels de fer peroxidés, faculté que l'on ne remarque pas dans l'huile volatile avant son union avec les bases salifiables.

Que l'huile volatile de girofle s'unit aux bases sans éprouver d'altération, puisqu'elle reparaît avec toutes ses propriétés lorsqu'on sature la base par un acide affaibli, et qu'on la reprend de sa dissolution par la distillation.

Ces combinaisons paraissent se former en proportions définies; elles sont néanmoins toujours avec excès de base; elles ont plus d'analogie avec les savons résineux, les phocénates et les butyrates, qu'avec tout autre composé.

Les savonnules cristallisables d'huile de girofle diffèrent essentiellement de la substance solide, blanche, cristalline, que j'ai désignée sous le nom de *caryophylline*, et que j'ai obtenue du girofle au moyen de l'alcool.

Enfin toutes les propriétés que je viens de reconnaître dans l'huile de girofle, et qui appartiennent en même temps en grande partie au moins à l'huile de piment de la Jamaïque, ne sont pas communes à toutes

celles qu'on a réunies sous le nom d'*huiles essentielles*, et celles-ci doivent être séparées en plusieurs sections.

SUR *la Combinaison du Chlore et du Cyanogène ou Cyanure de Chlore.*

PAR M. SÉRULLAS.

(Lu à l'Académie royale des Sciences de l'Institut, le 9 juillet 1827.)

M. GAY-LUSSAC, dans son beau travail sur l'acide hydro-cyanique, nous a fait connaître (1) sous la dénomination d'*acide chloro-cyanique* un gaz que l'on dédégage, par une légère chaleur, d'une dissolution d'acide hydro-cyanique saturée de chlore, l'excès de ce dernier étant préalablement absorbé par du mercure : antérieurement M. Bertholet l'avait considéré comme de l'acide prussique oxigéné.

Jusqu'à présent on n'a pas pu obtenir ce corps à l'état de pureté. M. Gay-Lussac cependant est parvenu, et son habileté seule était capable de vaincre une si grande difficulté, à déterminer la nature de ses élémens, et même leur proportion : néanmoins beaucoup d'obscurité l'environne encore sous le rapport de ses propriétés essentielles ; car on suppose qu'il doit sa gazéité à son mélange avec une plus ou moins grande quantité d'acide carbonique dont l'association ou celle d'un autre gaz

---

(1) *Annales de Chimie*, t. XCV, p. 200.

est indispensable à sa stabilité sous cette forme ; qu'il se présente à l'état liquide, à la température ordinaire sous l'influence solaire ; qu'il est facilement décomposable par la chaleur ; enfin qu'il est acide.

Rien de positif, sous aucun de ces rapports, ne pouvait être établi, puisqu'il s'agissait d'une substance évidemment impure, dont les propriétés pouvaient être modifiées dans ce cas, ou confondues avec celles des corps étrangers avec lesquels elle était mêlée.

Aussi M. Gay-Lussac, qui, faute de temps, n'a pu suivre l'étude de ce corps d'une manière approfondie, l'a signalé comme étant susceptible d'un nouvel examen ; c'est cet examen que j'ai entrepris ; je vais en exposer les résultats, et j'ai lieu de croire, quand ils seront connus, que ce corps très-remarquable prendra place parmi les composés chimiques bien déterminés, et dans une série autre que celle qui lui a été assignée.

Le point important de mes recherches devait être, d'après ce qu'on vient de voir, d'obtenir le *cyanure de chlore* pur (c'est ainsi que je désignerai dorénavant l'*acide chloro-cyanique*, dénomination qui sera justifiée par l'exposé de ses propriétés); aucun des moyens indiqués n'offrait cet avantage. Cependant, en me reportant au procédé que j'avais employé pour la préparation des cyanures d'iode et de brome, dont la production a lieu avec la plus grande facilité par le simple contact de l'iode ou du brome avec le cyanure de mercure, je ne concevais pas pourquoi on n'était pas arrivé à un résultat analogue, en mettant en contact du chlore et du cyanure de mercure, ce que je voyais avoir été tenté sans succès. Fixé par l'analogie, déjà tant de fois

rappelée, qui existe entre le chlore, le brome et l'iode, je devais encore rechercher la cause de cette différence, et voir si elle ne dépendait pas de quelque circonstance inaperçue, et non de l'impossibilité. Je repris ce qui avait été fait à cet égard.

Je plaçai dans l'obscurité des flacons de chlore très-sec avec du cyanure de mercure parfaitement desséché; pas d'action sensible après trois semaines; résultat prévu, ayant été annoncé par M. Gay-Lussac.

Ces mêmes flacons, portés dans un lieu habituellement frappé par la lumière solaire, et dans la saison où elle est des plus vives, ne furent décolorés qu'après dix jours. L'un de ces flacons, ouvert sous le mercure, se remplit immédiatement aux trois quarts; le gaz restant était de l'air et très-peu de cyanure de chlore. Un autre flacon ouvert sous l'eau, celle-ci s'y est élevée, en prolongeant le contact, un peu plus que dans le premier; le résidu n'était que de l'air, le cyanure de chlore ayant été absorbé. La matière saline étant dissoute et le flacon abandonné quelque temps au repos, a laissé voir au fond quelques gouttes d'un liquide jaune dont il sera fait mention plus tard, et dans lequel je cherchai inutilement le cyanure de chlore.

Jusque-là je ne voyais rien qui pût me faire espérer d'atteindre le but que je me proposais, celui d'avoir du cyanure de chlore en quantité et pur.

Cependant, en revenant encore à la préparation des cyanures de brome et d'iode, et passant en revue les conditions qui concouraient à leur formation, j'y trouvai que lorsque les matériaux étaient humides, que le cyanure de mercure était même dissous, on obtenait plus

facilement et très-promptement le cyanure de brome et d'iode ; observation que j'ai faite depuis la publication de mes Mémoires sur ces deux nouveaux corps ; je pensài que cette condition devait être également favorable à la production du cyanure de chlore.

En effet, du cyanure de mercure pulvérisé a été introduit dans un flacon plein de chlore ; une quantité d'eau suffisante pour délayer le cyanure, mais pas assez grande pour le dissoudre, a été ajoutée. La matière étant étendue pour présenter plus de surface sur le fond du flacon, j'ai placé celui-ci dans l'obscurité, craignant encore l'influence de la lumière qui, en raison du chlore en contact avec l'eau, pouvait changer les résultats. La décoloration a été complète en sept à huit heures. Le cyanure de mercure, sauf l'excès qu'on y avait mis à dessein, a été converti en bi-chlorure de ce métal, et en cyanure de chlore, qui occupait, sous forme de gaz, le reste de la capacité du flacon avec quelques portions d'air. La présence de l'air ne modifie aucunement les résultats. En ouvrant le flacon sous le mercure, point d'absorption ; mais sous l'eau elle a été presqu'entière et assez rapide, vu la grande solubilité du cyanure de chlore ; ce qui sera rappelé plus loin quand il sera question de ses propriétés.

C'est ainsi qu'on peut avoir le cyanure de chlore d'une manière tout-à-fait semblable à celle employée pour le cyanure d'iode et le cyanure de brome. Toutefois il n'est pas entièrement pur ; il est inévitablement mêlé d'une plus ou moins grande quantité d'air atmosphérique qui s'y introduit, soit avec le chlore, soit avec le cyanure de mercure ; il peut s'y trouver aussi,

par quelques circonstances qu'on ne peut pas maîtriser, un peu d'acide hydro-chlorique, un peu de cyanogène. Mais, à l'aide de l'une des propriétés les plus remarquables du cyanure de chlore, qu'on ne lui soupçonnait pas, et que j'ai été assez heureux pour découvrir, nous pouvons l'avoir d'une pureté absolue; cette propriété est celle qu'il a de se solidifier et de cristalliser à une température de 18 degrés au-dessous de zéro. Reprenons sa préparation complètement.

On verse dans des flacons bouchés à l'émeri pleins de chlore, de la capacité d'un litre pour pouvoir les manier plus facilement, 5 à 6 grammes de cyanure de mercure pulvérisé; c'est la proportion de cyanure de mercure qui m'a paru la plus convenable pour chaque litre de chlore, afin que le premier soit en excès. Le cyanure de mercure étant introduit, on ajoute la petite quantité d'eau nécessaire pour le délayer. On porte les flacons dans l'obscurité; du jour au lendemain, en dix à douze heures, la décoloration est complète. L'action produite est facile à constater : il suffit de placer le flacon dans lequel on veut rendre évidente l'existence du cyanure de chlore au milieu d'un mélange frigorifique (2 parties et demie de glace pulvérisée et 1 partie de sel); le cyanure cristallise promptement. La conversion du cyanure de mercure en bi-chlorure est également démontrée de suite en versant un peu d'eau dans le flacon pour en dissoudre la matière solide; une portion de cette dissolution, traitée par une dissolution d'hydriodate de potasse, y produit de l'iodure rouge de mercure. On sait que le cyanure de mercure, dans le même cas, donne un composé différent.

Le cyanure de chlore étant cristallisé, et le flacon continuant d'être dans le mélange frigorifique, on y introduit par petites portions, afin de ne pas changer sensiblement la température, une quantité convenable de chlorure de calcium pour absorber l'eau ; on ferme le flacon dont on assujettit le bouchon, et on le retire pour l'abandonner à la température ordinaire ; le cyanure de chlore reprend son état gazeux ; on le laisse ainsi, pendant deux ou trois jours, soumis à l'action desséchante du chlorure de calcium.

Au bout de ce temps, on refroidit de nouveau le flacon pour faire cristalliser le cyanure de chlore. D'un autre côté, on a, dans un mélange frigorifique, un ou deux flacons contenant du mercure en quantité suffisante, ou un peu plus, pour remplir celui qui renferme le cyanure de chlore. Cette division du mercure en deux flacons n'a d'autre but que de pouvoir agir plus commodément. Les flacons étant reconnus, au moyen du thermomètre, aussi froids ou à peu près que le flacon du cyanure de chlore cristallisé, on verse le mercure dans celui-ci de manière à le remplir bien exactement. Tout gaz quelconque qui peut s'y trouver, on le conçoit, est déplacé par le mercure ; le cyanure de chlore seul reste attaché aux parois du flacon, sur lesquelles on le voit avec toutes ses belles formes cristallines.

On arme alors le flacon d'un tube recourbé propre à recueillir les gaz, et on le sort du bain frigorifique. Il ne suffit pas de l'abandonner à la température ordinaire pour faire reprendre au cyanure de chlore la forme gazeuse ; on attendrait trop long-temps. Il faut entourer le flacon avec précaution, à une certaine distance, de

quelques charbons incandescens, et bientôt un mouvement très-vif d'ébullition se manifeste dans toutes les parties où se trouve le cyanure de chlore solidifié ; on le reçoit sous des cloches pleines de mercure, et dans cet état, on est sûr de sa pureté. La dilatation du mercure, dans le premier moment, remplit le tube chargé de conduire le gaz sous les cloches, expulse le peu d'air qu'il contient, ce qui indique que les premières portions doivent être rejetées, ou mieux reçues à part pour ne pas en être incommodé. Il faut avoir des cloches toutes prêtes pour remplacer sans interruption celles qui se remplissent, et éviter de rien répandre dans l'atmosphère. Le dégagement, une fois commencé, se poursuit très-rapidement.

Avant de parler des propriétés du cyanure de chlore, je vais faire connaître différentes circonstances qui font varier la nature des produits résultant de l'action du chlore, et sur le cyanure de mercure, et sur le cyanogène, et sur l'acide hydro-cyanique.

1°. Nous savons déjà que le cyanure de mercure humecté et le chlore, dans l'obscurité, sont convertis entièrement en bi-chlorure de mercure et en cyanure de chlore ; mais en exposant ces substances aux rayons d'un soleil ardent, il se forme en même temps du bi-chlorure de mercure, de l'hydro-chlorate d'ammoniaque qui cristallise sur les parois du vase, une certaine quantité du liquide jaune déjà nommé, des traces de cyanure de chlore et de l'acide carbonique.

Ces mêmes matériaux, parfaitement desséchés, mis à l'abri de la lumière, n'agissent pas l'un sur l'autre ; mais si on les expose à un soleil vif, une action, quoi-

que très-lente, a lieu dans l'espace de huit à dix jours ; elle détermine toujours la formation du bi-chlorure de mercure, et celle du liquide jaune qui s'unit à la matière solide la lie et fait masse avec elle : en dissolvant celle-ci, le liquide jaune, plus dense que la dissolution, se réunit dessous ; on peut alors le séparer aisément.

La production d'hydro-chlorate d'ammoniaque et d'acide carbonique, dans le cas dont on vient de parler, est due vraisemblablement à l'élévation de température qui décide d'abord une formation d'acide hydro-chlorique, lequel agit sur le cyanure de mercure à la manière ordinaire ; de là, de l'acide hydro-cyanique qui, uni à l'eau, éprouve avec elle une décomposition d'où résulte l'hydro-chlorate d'ammoniaque et l'acide carbonique.

Il est d'autant plus probable que l'élévation de température est la cause de cette réaction, que, si l'on chauffe seulement à 30 ou 40 degrés les flacons qu'on a soin d'envelopper pour les soustraire à la lumière, la décoloration est opérée en huit à dix minutes, et les résultats sont les mêmes. De plus, quand on met en contact du chlore et du cyanure de mercure humecté, opérant sur une masse un peu considérable, dans un ballon de cinq à six litres, comme je l'ai fait plusieurs fois, il y a, même dans une parfaite obscurité, un très-grand développement de chaleur sur le point où est le cyanure de mercure ; et l'on voit encore, l'action étant terminée, des cristaux d'hydro-chlorate d'ammoniaque tapissant les parois du ballon : on n'obtient pas, dans ce cas, du cyanure de chlore proportionnellement à la

masse des matières employées, mais seulement en raison de la quantité de cyanure de mercure qui reste inattaquée après l'abaissement de température qui a lieu successivement, et qui replace les substances réagissantes dans les conditions favorables à la production du cyanure de chlore.

Si le cyanure de mercure en contact avec le chlore, au lieu d'être simplement humecté, est dissous dans une petite quantité d'eau, et qu'on expose le flacon qui les renferme au soleil, on a beaucoup de notre liquide jaune ; conséquemment peu ou point de cyanure de chlore.

2°. Du cyanogène et du chlore parfaitement secs ; pas d'action notable, après un mois, ni dans l'obscurité ni à la lumière solaire. Ce même mélange, étant humide, donne, sous l'influence solaire, du liquide jaune, et quelquefois assez abondamment une matière blanche, très-solide, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et l'éther, d'une odeur aromatique particulière, très-différente de celle des chlorures et des hydro-chlorures de carbone.

3°. De l'acide hydro-cyanique pur, obtenu par le procédé de M. Gay-Lussac, versé dans des flacons de chlore non desséché, placés immédiatement dans l'obscurité, donne lieu très-promptement à une vive action ; il y a développement de chaleur, formation abondante d'un corps solide au milieu duquel on voit se dégager un gaz, lequel, examiné, s'est trouvé être de l'acide carbonique et de l'oxide de carbone, et le corps solide de l'hydro-chlorate d'ammoniaque ; point de liquide jaune ni de cyanure de chlore.

D'autrefois, et je crois avoir reconnu que c'est lorsqu'il y a un grand excès de chlore, indépendamment du corps cristallisé soluble qui n'est produit alors qu'en petite quantité, on obtient beaucoup d'une autre matière également solide, blanche, d'une odeur piquante désagréable, laquelle matière, séparée, lavée et séchée, donne, par son exposition à l'air, des vapeurs piquantes d'acide hydro-chlorique; elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, et ne paraît pas être la même que celle provenant de l'action du chlore sur le cyanogène.

Enfin, de l'acide hydro-cyanique et du chlore exposés aux rayons solaires produisent du liquide jaune, et en même temps de l'hydro-chlorate d'ammoniaque.

Cette action du chlore sur l'acide hydro-cyanique et sur le cyanogène, qui donne naissance à ces matières solides jouissant de propriétés différentes, quoique très-probablement formées les unes et les autres de chlore et de carbone, ou d'hydrogène, demande à être suivie avec attention, afin de reconnaître positivement quelle est la nature de ces substances qui m'ont paru nouvelles, et apprécier, mieux que je ne l'ai pu jusqu'à présent, les circonstances qui en déterminent la formation; c'est ce que je me propose de faire.

Je dois revenir à l'action du chlore sur la dissolution de cyanure de mercure sous l'influence solaire, et exposer avec détail les phénomènes très-remarquables auxquels cette action donne lieu.

Déjà M. Gay-Lussac avait observé qu'il se formait, dans cette circonstance, des gouttelettes d'un liquide huileux; mais cet objet, comme le précédent, n'étant

qu'accessoire à son important travail sur l'acide hydro-cyanique, il ne s'y est pas arrêté, en sorte que ce corps n'a pas été isolé jusqu'à présent; ses propriétés n'ont pas été décrites, ni sa nature déterminée. Je vais essayer de le faire.

Nous venons de voir que du chlore et du cyanure de mercure, tous deux parfaitement secs, exposés au soleil, dans un flacon bouché à l'émeri, n'agissaient l'un sur l'autre que très-lentement; mais cependant que du liquide jaune s'y produisait. Il est essentiel de rappeler ce fait, afin d'écarter la pensée qu'on aurait naturellement que l'eau que je ferai intervenir a quelque part, par ses élémens, à la production du liquide jaune; ce qui n'est pas, puisque nous pouvons l'obtenir hors de la présence du fluide aqueux qui ne joue d'autre rôle que celui de favoriser la réaction, et de s'opposer à l'élévation de la température.

On dissout le cyanure de mercure dans une petite quantité d'eau, 5 grammes de cyanure de mercure pour chaque litre de chlore; on le verse dans le flacon qu'on rebouche aussitôt, et on l'expose au soleil. Au bout d'une ou deux heures, selon la vivacité des rayons solaires, on voit sur les parois des vases une multitude de gouttelettes qui coulent et viennent à la surface de la dissolution saline, s'y agitent avec quelques mouvemens gyratoires, se rassemblent peu à peu, forment une lame très-légère, circonscrite, qui grossit successivement et tombe au fond, ayant l'aspect d'un liquide huileux, jaune-ambré.

La production de ce corps est absolument semblable à celle du chorure d'azote qu'on obtient facilement en

très-peu de temps, en tenant renversés des flacons de chlore sur une dissolution d'hydro-chlorate ou de nitrate d'ammoniaque.

La formation du liquide jaune peut aussi avoir lieu à la lumière ordinaire du jour; mais elle est beaucoup plus lente et moins abondante que sous l'influence des rayons du soleil; elle est, dans ce dernier cas, terminée en trois à quatre heures, ce qui est indiqué par la décoloration entière des flacons.

On sépare de la dissolution saline le corps jaune au moyen d'un entonnoir, pour le mettre dans des tubes sous l'eau distillée. Il s'exhale, pendant cette séparation, une odeur excessivement piquante, dont il faut se garantir, étant susceptible d'incommoder; elle est due à la plus ou moins grande quantité de cyanure de chlore qui est dans la dissolution, et à l'odeur particulière du corps jaune lui-même, qui est également piquante et forte, affectant aussi les yeux.

Le liquide jaune, immédiatement après avoir été formé, étant encore sous la dissolution saline qui a servi à sa préparation, se couvre de petites bulles d'un gaz qu'il est très-curieux d'observer; on voit ces bulles venir de tous les côtés, à la surface du liquide jaune, se réunir au point le plus élevé, au centre du globule aplati, en une seule bulle qui crève et bientôt est remplacée par une autre. Souvent ce gaz, que nous ferons connaître ailleurs, est comme emprisonné dans une enveloppe d'apparence membraneuse, et de laquelle il ne s'échappe qu'après l'avoir distendue jusqu'à une certaine élévation.

Le liquide jaune, abandonné à lui-même sous l'eau,

est d'abord transparent, puis il devient opaque, présentant le même dégagement de gaz que nous venons d'observer sous la dissolution saline. Ce gaz, au bout de quelques jours, en s'élevant, entraîne avec lui des flocons d'une substance très-blanche qui surnage quelque temps l'eau et retombe. Cette substance, dont nous connaîtrons aussi la nature tout-à-l'heure, est produite en même temps que le gaz, et proportionnellement; le gaz y paraît enlacé, et ne s'en sépare qu'avec peine; ce qui doit faire croire que l'un et l'autre sont le résultat de la même action, et que leur production est simultanée. Je n'ai pu trouver aucune raison qui pût me faire supposer la préexistence de la matière blanche solide en dissolution dans le liquide jaune.

Quand on place du liquide jaune sous des cloches pleines d'eau ou de mercure, et qu'on les chauffe, en arrivant graduellement au point de l'ébullition de l'eau sans dépasser ce terme, je parle pour le mercure, la production du gaz est très-rapide; c'est le moyen à employer pour l'avoir promptement. Le liquide jaune, abandonné à lui-même, donne également du gaz, comme on l'a vu plus haut; on peut le recueillir de la même manière sous des cloches d'eau ou de mercure, mais l'action se prolonge très-long-temps; il faut plus de vingt à vingt-cinq jours pour qu'elle soit achevée. Toutefois, que la réaction soit spontanée ou qu'on l'ait déterminée par la chaleur, la nature du gaz est la même; c'est un mélange d'azote et d'acide carbonique dont celui-ci fait assez exactement le quart. La partie des cloches occupée par les gaz, quand on a appliqué la chaleur, se trouve, après le refroidissement, tapissée

d'une plus ou moins grande quantité de cristaux longs, transparens, d'une odeur très-piquante.

Le liquide jaune, étant soigneusement lavé, ne précipite pas par le nitrate d'argent, ne donne aucun signe d'acidité par le tournesol; mais, au bout d'un certain temps (quelques heures suffisent), la nouvelle eau sous laquelle il a séjourné précipite abondamment et rougit fortement par les mêmes réactifs; des bulles de gaz et des flocons de la même matière blanche se montrent de nouveau; et cette dernière est en quantité d'autant plus grande que le temps depuis le changement de l'eau a été plus long.

Le liquide jaune est insoluble dans l'eau; il se dissout très-bien dans l'alcool d'où il est précipité par l'eau; il est alors décoloré et transformé en partie en matière blanche solide, d'une odeur camphrée, mais toujours piquante.

Il ne donne pas de vert, quoiqu'agité d'abord avec du sulfate de fer, puis de la potasse, et enfin de l'acide hydro-chlorique; coloration qu'on obtiendrait, et que nous verrons qu'on obtient en effet lorsqu'il y a du cyanure de chlore. L'odeur piquante du corps jaune, très-analogue à celle de ce dernier, pouvait faire présumer que ce corps jaune était lui-même du cyanure de chlore ou en contenait; mais on verra qu'elle appartient à un autre composé.

Du liquide jaune a été distillé sur du chlorure de calcium et du carbonate de chaux (des fragmens de marbre). On s'est servi, pour cette opération, de deux petites cloches courbes, l'une faisant office de cornue et l'autre de récipient. En chauffant d'abord avec beaucoup de ménagement pour éviter que la matière ne soit

projetée par le grand dégagement de gaz, il passe un liquide incolore d'une excessive acidité, d'une odeur très-piquante, qui se rend au fond du récipient (celui-ci étant bien refroidi), et plus tard une matière cristalline qui s'accumule et s'attache aux parois de ce même récipient au-dessus de la partie liquide; ces cristaux retiennent un peu du liquide blanc duquel dépend essentiellement leur odeur piquante : vers la fin de l'opération, du charbon se dépose sur le chlorure de calcium. En distillant plusieurs fois de la même manière le liquide blanc, il donne chaque fois une certaine quantité de ces cristaux qu'il tient en dissolution, et on peut, par cette distillation répétée, le séparer entièrement en liquide blanc extrêmement acide et piquant, en corps solide cristallisé, et en acide hydro-chlorique dont une partie est absorbée chaque fois par le marbre.

(*La fin au Cahier prochain.*)

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 28 mai 1827.

Voici les titres des ouvrages ou mémoires manuscrits reçus par l'Académie dans cette séance : Description d'un nouvel appareil à vapeur pour les bateaux, par M. Tourasse; Nouveaux Faits relatifs à l'emploi thérapeutique du Pyrothonide, par M. Rauque; Note sur les Comètes, par M. Courbon, chirugien; Nouvelle

Note sur la Rupture des machines à vapeur, par M. Tabareau; Nouvelle Théorie sur les Phénomènes de la vision, par M. Plagge.

M. Delessert lit une lettre de M. Brunel au sujet de l'accident arrivé aux travaux sous la Tamise.

M. Thenard, au nom d'une Commission, rend un compte favorable du Mémoire de M. Isidore Boullay que nous avons déjà imprimé.

M. Bonastre avait présenté un Mémoire sur les Combinaisons de l'huile de girofle et du piment de la Jamaïque avec les alcalis et plusieurs bases salifiables. Ce Mémoire renferme principalement le fait que deux huiles qui ne rougissent pas le tournesol, se combinent néanmoins avec les bases salifiables; mais, faute d'être présenté avec les développemens et la précision nécessaires, dit M. Chevreul, rapporteur de l'Académie, ce fait n'a pas actuellement tout l'intérêt qu'il pourra acquérir dans la suite. M. Bonastre sera invité à poursuivre ses recherches.

L'Académie s'occupe des prix à décerner dans la prochaine séance. (Nous avons déjà donné les résultats dans le Cahier précédent.)

Séance du lundi 4 juin.

Le Ministre de l'Intérieur adresse l'Ordonnance du Roi par laquelle la nomination de M. Cassini fils, comme académicien libre, est confirmée.

M. Girard dépose une Notice sur les Mortiers hydrauliques qu'on obtient avec les arènes ou sables fossiles argileux.

M. Dulong, au nom d'une Commission, fait un rapport sur le concours relatif à la compression des liquides.

M. Cordier lit la première partie d'un Mémoire concernant la température de l'intérieur du globe.

M. Bonnard donne lecture d'un Mémoire sur la constance des faits géognostiques qui accompagnent le terrain d'Arkose, dans l'est de la France.

Séance publique du lundi 11 *juin.*

On a entendu dans cette séance : Un Eloge historique de M. Hallé, par M. Cuvier; des Recherches statistiques sur les canaux du nord et du midi de la France, par M. Dupin; l'Eloge historique de Corvisart, par M. Cuvier; et l'extrait d'un Mémoire sur la Température du globe, par M. Cordier.

Séance du lundi 18 *juin.*

Titres des Mémoires ou ouvrages manuscrits présentés à l'Académie : Mémoire sur une femme de Marseille qui porte une mamelle sous la cuisse gauche, par le docteur Robert; Note sur deux moules et un crapaud qui ont été retirés vivans d'un puits comblé depuis cent cinquante ans, par le docteur Quenin, maire d'Orgon; Sur un nouveau Procédé pour broyer la pierre, par M. Cazenave (paquet cacheté); Nouvelles Recherches chimiques, par MM. Quesneville et Julia Fontenelle (paquet cacheté); Description d'un moyen par lequel les bateaux pourront isolément remonter les rivières sans dépense et sans danger, par M. Anatasi; Dessin d'un nouveau modèle de pompe à incendie, par

M. Stolz; Nouvelles Considérations sur les chaudières des machines à vapeur, par M. Tabareau; Sur les Organes buccaux des hymenoptères, diptères, etc., par M. Robineau-Desvoydi; Recherches sur la Vibration de divers corps sonores, et particulièrement sur celle des cordes élastiques, par M. Cagniard-Latour; Note sur les Volcans éteints du midi de la France dont les éruptions ont été postérieures au dépôt du deuxième terrain d'eau douce, par M. Marcel de Serres; Des principaux Élémens relatifs à la division des terrains.

Le Ministre de l'Intérieur annonce qu'il fait adresser à l'Académie une collection des ossemens fossiles découverts dans les grottes d'Osselles.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire transmet de Montélimart divers renseignemens qu'il a recueillis sur les établissemens scientifiques du midi de la France.

M. Blainville, au nom d'une Commission, rend compte d'un Mémoire extrêmement curieux de MM. Raspail et Robineau-Desvoydi, mais qui paraît devoir exiger de nouvelles recherches.

M. Brochant rend un compte favorable d'un nouveau Mémoire de M. Bonnard sur le terrain d'Arkose.

M. Constant Prévost lit un Mémoire intitulé : *Examen de cette question géologique : Les continens que nous habitons ont-ils été à plusieurs reprises submergés par la mer?*

Séance du lundi 25 juin.

MM. Raspail et Robineau-Desvoydi annoncent qu'ils possèdent des myriades d'alcyonelles, et en adressent un paquet.

M. Lacroix rend un compte favorable de l'ouvrage de M. Denaix intitulé : *Essai de géographie méthodique et comparative*.

M. Cuvier lit un Mémoire sur le Scarus des anciens.

M. Berthier lit un Précis de quatre Mémoires qu'il présente à l'Académie sur de nouvelles espèces minérales.

M. Roger communique les résultats qu'il a obtenus concernant la hauteur du Mont-Blanc.

M. Raspail lit un Mémoire intitulé : *Analyse physiologique de la* Spongilla friabilis (*Linnée*).

L'Académie décide, au scrutin, qu'il y a lieu à nommer à la place vacante par la mort de M. Ramond.

DE *la Construction des Appareils* (burners) *destinés à brûler le gaz de l'huile et celui du charbon, et des circonstances qui influent sur la lumière émise par les gaz pendant leur combustion, avec quelques observations sur leur pouvoir éclairant relatif, et sur les différentes méthodes de l'estimer.*

Par MM. ROBERT CHRISTISON et EDWARD TURNER.

(Extrait du *Journal philosophique d'Edimbourg*, par M. B....)

(Lu devant la Société royale d'Edimbourg, le 18 avril et le 2 mai 1825.)

Les auteurs s'étaient d'abord proposé seulement de déterminer le pouvoir éclairant relatif du gaz de l'huile

et du gaz de charbon; mais ils se sont bientôt aperçus que les circonstances dans lesquelles la combustion des gaz s'opère, ont la plus grande influence sur la quantité de lumière émise, et ils attribuent avec raison les écarts que présentent les résultats fournis par divers physiciens concernant le pouvoir éclairant de ces deux espèces de gaz inflammables, à l'influence produite par les circonstances dans lesquelles ils ont, chacun de leur côté, opéré la combustion. Ils se sont alors livrés à la recherche de cette influence avec d'autant plus de zèle, qu'elle devait amener un résultat pratique extrêmement important, celui de construire des appareils convenables pour brûler les gaz de manière à en obtenir la plus grande lumière avec le moins de dépense.

Leur premier soin a dû être de chercher à se procurer un bon photomètre. Deux sont généralement connus, le photomètre du professeur Leslie et celui du comte de Rumford. Des recherches faites avec beaucoup de soin et de conscience les ont forcés d'abandonner le premier. Il n'était pas assez sensible pour apprécier la mesure de lumières qui souvent n'étaient pas plus fortes que le quart de celle d'une chandelle. Il exige un temps trop long pour chaque détermination. Les auteurs pensent enfin que le photomètre thermométrique ne peut servir à mesurer exactement le pouvoir éclairant de diverses espèces de lumières :

1°. Parce qu'il reçoit l'influence de la chaleur obscure. Les auteurs cherchent à prouver, par un grand nombre d'expériences, qu'on a cru trop légèrement que l'absorption des rayons de la chaleur obscure n'était

influencée que par la nature de la surface et non par sa couleur, ou, en d'autres termes, que les surfaces diversement colorées, *cæteris paribus*, absorbaient ces rayons d'une égale manière. Cette doctrine, si essentielle au principe de la construction du photomètre thermométrique, n'est appuyée que sur une expérience du comte de Rumford (*Transactions philosophiques*, 1804), qu'il dit lui-même n'être pas satisfaisante. D'ailleurs il est hors de doute que ce photomètre ne soit influencé par les rayons de chaleur au moment où elle cesse d'être lumineuse. Quelques expériences citées à ce sujet par les auteurs le prouvent entièrement.

2°. Les rayons de différentes couleurs agissent différemment sans que cependant on en puisse déduire aucune conséquence concernant leur pouvoir éclairant. On sait en effet que les rayons rouges, à égalité de force éclairante, sont susceptibles d'affecter le thermomètre plus que les rayons blancs. Les auteurs citent une expérience décisive qui prouve que l'instrument est susceptible de faire commettre de graves erreurs sous ce rapport : devant un foyer en état de combustion vive, mais sans flamme, le photomètre, à la distance de 16 pouces, tomba à 25° dans une position, et à 17°,50 lorsqu'on lui fit faire un demi-tour; l'état véritable était 21, $\frac{1}{4}$. A la distance de 6 $\frac{1}{2}$ pouc. d'une bonne lampe d'Argand à huile, il n'indiqua réellement que 12°; d'où il faudrait conclure que le feu aurait donné onze fois autant de lumière que la lampe. L'expérience la plus grossière, telle que lire les caractères d'un livre, fit sentir l'absurdité de ce résultat.

Les auteurs citent, dans un appendice, une autre

expérience plus concluante : ayant fait brûler dans un bec de Glasgow, n° 2, un mélange de parties égales de gaz de charbon et d'air atmosphérique, ils en obtinrent une flamme de 2 $\frac{1}{2}$ pouc., presque entièrement bleue; à la distance de 6 $\frac{1}{2}$ pouc. de cette flamme, le photomètre de l'Institution astronomique indiquait 5°, tandis qu'à la même distance d'une chandelle de suif il n'indiquait que 2°. Or, l'évaluation directe de ces deux lumières, sous le rapport éclairant, a donné pour résultat que la lumière bleue n'était que la 36e partie de celle de la chandelle, tandis que l'indication du photomètre de M. Leslie, portait à la considérer comme 2 $\frac{1}{2}$ fois plus grande.

Cependant les auteurs conviennent que, dans beaucoup de cas, le photomètre de M. Leslie peut donner des résultats exacts, surtout lorsqu'on opère sur des lumières de la même couleur. Ainsi, ayant fait varier la distance d'un jet de gaz de charbon à un point fixe, de manière à la rendre égale successivement, à 4, 3, 2 et 1, ils établirent un bec d'Argand alimenté par du gaz d'huile, de manière à rendre chaque fois la lumière égale à celle du jet de gaz : or, le photomètre de Leslie, appliqué, dans tous ces cas, à la détermination de la lumière du bec d'Argand, fournit des rapports exacts.

Le photomètre dont nous parlons a en outre l'inconvénient d'être difficile à exécuter ; il exige que les deux boules soient parfaitement égales ; mais souvent la boule noire est soufflée un peu plus épaisse que l'autre pour assurer son opacité parfaite, et dès-lors l'instrument n'est pas un véritable thermomètre différentiel. On pourrait obvier à cet inconvénient en remplaçant les deux boules

de verre par des boules de métal, auxquelles il serait possible de donner une épaisseur parfaitement égale.

Ces raisons suffisent pour expliquer la préférence que les auteurs ont donnée au photomètre de Rumford, qui est très-connu et qui a été le plus généralement employé dans ce genre de recherches. Ils pensent qu'on n'a pas mis en général assez de soin pour mesurer l'intensité des ombres, et pour mettre l'œil à l'abri de toute lumière étrangère; on a eu tort de se contenter de faire tomber les ombres sur un mur blanc dans une chambre obscure, et de ne pas employer l'ingénieux appareil du comte de Rumford. On a fait trois objections principales contre ce mode de détermination :

1°. L'œil ne peut pas juger avec précision si les ombres sont égales : cette objection n'est valable que lorsqu'on fait l'expérience d'une manière grossière; mais avec l'appareil de Rumford, un œil suffisamment bon et un peu exercé pourrait, d'après les auteurs, estimer une différence de $\frac{1}{50}$ entre deux lumières.

2°. Si cette méthode peut être exacte pour la comparaison de deux lumières de même nature, elle cesse de l'être lorsqu'elles diffèrent beaucoup par leur couleur, parce que la teinte des ombres est dissemblable, et que l'œil ne peut séparer la différence de couleur de la différence d'intensité. Les auteurs ont observé que si la différence de couleur est faible, elle n'est point un obstacle; si elle est plus considérable, elle ne peut occasioner qu'une légère erreur, pourvu que l'observateur prenne le soin d'examiner l'effet du changement de la lumière mobile, un pouce au plus de chaque côté du

point où il suppose les ombres égales. Si cependant la différence de couleur est très-prononcée, cette précaution ne procure pas un grand avantage. Ainsi il faut avouer qu'il est presqu'impossible de comparer une chandelle avec un bec d'Argand de gaz, ou un jet de gaz du charbon avec un bec d'Argand de gaz d'huile, à cause de la grande différence des couleurs des flammes; mais alors on peut faire une double observation en prenant une flamme intermédiaire; ainsi on pourra d'abord comparer une chandelle à un jet de gaz du charbon, celui-ci a un bec d'Argand de gaz du charbon, et celui-là a un bec d'Argand de gaz d'huile.

3°. M. Ritchie de Tain établit une distinction entre la quantité de lumière et le pouvoir éclairant. Il présente, à ce sujet, des vues qui peuvent paraître ingénieuses, mais qui sont tout-à-fait hypothétiques. Cette objection s'applique à tous les photomètres, et celui de Rumford en est moins susceptible, puisqu'il mesure l'intensité sous le rapport par lequel la lumière artificielle est appliquée au plus grand nombre d'usages.

Le photomètre de Rumford ne peut déterminer que le pouvoir éclairant relatif de deux lumières, et non leur quantité rapportée à une échelle fixe; il ne donne ni un zéro pour l'obscurité complète, ni une graduation déterminée pour une lumière connue; c'est là son plus grand défaut comme instrument philosophique.

Les physiciens ont généralement employé pour terme de comparaison une bougie d'un diamètre déterminé ou une chandelle; mais il faut convenir que la

flamme fournie par ces sortes de corps, dépend de tant de circonstances, qu'il est impossible de pouvoir assurer que, dans deux pays différens, deux observateurs auront pris la même unité, et que même, dans une série d'observations qui dure plusieurs jours, cette unité n'a pas varié. Les auteurs ont choisi l'unité qu'il est sans contredit le plus facile de retrouver, c'est un jet de gaz d'huile. Pour lui conserver une longueur constante, le jet était alimenté par un gazomètre construit sur le principe d'après lequel Girard avait établi sa lampe. (*Mém. de* Laroche *et* Bérard.) Par ce moyen, ils ont observé qu'un jet de 3 à 4 pouces de longueur, brûlait depuis le commencement jusqu'à la fin sans varier de plus de $\frac{1}{10}$ pouc. Pour conserver la flamme tranquille, elle était renfermée dans un tube de verre gradué en dixièmes de pouce. On peut avec cet appareil comparer entr'elles les expériences faites dans différens jours, pourvu que les gaz introduits dans le gazomètre aient une même densité.

Quand la lumière dont on voulait déterminer l'intensité était produite par un gaz, on le faisait brûler d'une manière semblable, dans un appareil mobile; les gazomètres étaient divisés de façon à pouvoir aisément estimer $\frac{1}{50}$ de pouce cubique.

Les auteurs terminent ces observations préliminaires en disant que l'exactitude de leur méthode leur a paru satisfaisante, non seulement par les coïncidences qu'ils ont fréquemment remarquées entre diverses déterminations, mais encore d'une manière moins trompeuse, en vérifiant, par l'observation directe (comme dans les opérations trigonométriques),

les résultats déduits d'une série intimement liée d'observations et de calculs.

Nous allons, en second lieu, passer au détail des expériences relatives aux circonstances qui influent sur le degré de lumière relative émise par les gaz pendant leur combustion ; la considération de ces diverses circonstances nous conduira à la découverte des principes sur lesquels repose la construction du brûleur.

Quand on bouche avec le doigt le dessous d'un bec, la flamme s'allonge, et quoique l'intensité de la lumière diminue, cependant son pouvoir éclairant est augmenté. Ce fait peut se rendre sensible sans le secours d'aucun instrument : l'observateur n'a qu'à tourner le dos à la lumière et examiner avec attention, dans les deux cas, la clarté générale de l'appartement.

Dans le but d'estimer exactement cet effet, on avait placé au fond du bec de petits glisseurs gradués à $\frac{1}{50}$ de pouce carré. Dans un bec à gaz d'Édimbourg, percé de cinq trous, et dans lequel le courant d'air intérieur était de $\frac{9}{50}$ d'un pouce carré, quand la flamme alimentée par le gaz du charbon avait 2 pouces, sa lumière, comparée au jet de 3$^{pouc.}$,2 pris pour unité, était dans le rapport de 206 à 100. Quand l'ouverture du courant d'air a été diminuée jusqu'à $\frac{3}{50}$, la flamme a commencé à s'allonger ; quand l'ouverture n'a été que $\frac{1}{50}$ de pouce, la flamme avait 3 pouces, et sa lumière avait augmenté jusqu'à 266, c'est-à-dire d'environ un quart. De plus, une flamme de 2 pouces dans un bec à 10 trous, donnait une lumière qui, comparée à la même unité, était comme

452 à 100. Quand le courant d'air, qui avait $\frac{15}{50}$ d'un pouce, était resserré à $\frac{4}{50}$, la flamme s'élevait à 3 p. $\frac{1}{4}$, et donnait 583 de lumière, ou plus que $\frac{1}{5}$ en sus; et quand l'ouverture était réduite à $\frac{5}{100}$, la flamme avait 5 pouces de long, et sa lumière était 665 ou d'environ un tiers plus grande qu'au commencement. Ces expériences ont été souvent répetées, et toujours l'augmentation de la lumière a été aussi grande.

Si la flamme du bec était originairement plus courte que 2 pouces, le gain obtenu, en diminuant le courant d'air, était beaucoup plus grand; d'un autre côté, si la flamme était plus longue originairement, le gain était moindre. Dans le dernier brûleur dont on a parlé, une flamme de 1 p. $\frac{1}{2}$ donnait presque toujours une lumière double lorsqu'elle était allongée, en resserrant la surface du courant d'air à $\frac{2}{50}$. A mesure que l'ouverture est ainsi diminuée, la flamme perd graduellement sa couleur blanche et passe d'abord au jaune, puis au brun : on ne gagne rien à en augmenter la longueur quand cette teinte est arrivée, tandis qu'au commencement on gagne une très-grande augmentation de lumière par un très-petit sacrifice sur la pureté de la teinte. C'est ce qui amène les auteurs à conclure que, pour obtenir le plus de lumière possible avec un brûleur quelconque, le courant d'air doit pouvoir brûler le gaz complètement; mais dès que la combustion est complète, non-seulement on ne gagne rien, mais encore on perd beaucoup en donnant un courant d'air plus fort pour rendre la combustion plus vive. C'est un des principes sur lesquels ils pensent que doit reposer toute bonne construction d'un brûleur quelconque.

La cause de la perte de lumière occasionée par un courant d'air trop vif, se trouve (selon eux) dans l'explication claire et ingénieuse que sir Humphry Davy a donnée de la source de la lumière des gaz. Sir Humphry pense que la lumière blanche provient de ceux des gaz qui contiennent un élément assez fixe pour n'être pas volatilisé par la chaleur développée dans la combustion. Dans le gaz de la houille, cet élément fixe est le charbon fourni par la décomposition du gaz avant qu'il ne brûle. La lumière blanche est produite alors par le charbon, passant d'abord à l'état d'ignition, et ensuite à celui de combustion. Par conséquent, de la lumière blanche ne peut émaner des gaz du charbon et de l'huile, sans qu'ils n'éprouvent une décomposition préalable.

On prouve aisément que le gaz subit cette décomposition préalable et que la matière charbonneuse est brûlée dans la partie blanche de la flamme à l'état de charbon, en plaçant un morceau de toile métallique horizontalement en travers de la flamme blanche : on voit alors qu'il s'en échappe une grande quantité de charbon non brûlé. Si nous considérons l'espèce de flamme qui est produite quand la décomposition du gaz n'a pas eu lieu auparavant, il nous paraîtra évident que cette décomposition est nécessaire pour la production d'une flamme blanche brillante. Par exemple, si on place la gaze métallique dans la partie bleue de la flamme qui est toujours à la base, on ne voit pas s'échapper du charbon ; si la gaze est porté à quelque distance au-dessus du bec, et que le gaz soit allumé non au-dessous mais au-dessus de la gaze, cet arrangement détermine

un mélange plus exact d'air et de gaz (au-dessous de la toile) avant la combustion ; alors la flamme est bleue et ne donne presque pas de lumière. La raison est évidemment que, dans ces deux cas, l'air est fourni dans une telle quantité par rapport au gaz, que le premier effet de la chaleur produite dans la combustion, est de brûler le gaz et non de le décomposer.

Un autre fait très-curieux qu'eût observé sir Humphry Davy en faisant un pas de plus, c'est que les gaz donnent proportionnellement plus de lumière quand ils brûlent avec une flamme haute qu'avec une flamme basse. Le courant d'air n'augmente pas dans la proportion de la hauteur de la colonne de flamme. D'un côté, sa quantité n'est pas proportionnelle, et de l'autre sa qualité s'altère à mesure qu'il s'élève le long de la flamme ; par ces deux raisons, il doit y avoir une plus grande quantité de gaz qui subit la décomposition avant d'être brûlé.

En adoptant ces vues sur la cause de la lumière des gaz, il devient nécessaire de modifier un peu le principe donné plus haut sur le mode le plus économique de brûler les gaz pour l'éclairage. Nous avons dit alors que l'intensité de la combustion ne devait pas être plus grande qu'il n'est nécessaire pour la rendre complète ; nous venons de voir que le charbon donne une lumière d'autant plus blanche que sa combustion est plus rapide ; on doit donc faire en sorte d'animer la combustion le plus possible , pourvu cependant que les moyens employés pour cela ne fassent pas brûler le gaz avant qu'il ait subi la décomposition préalable. Mais tous les moyens que nous savons être utiles dans le premier cas, deviennent nuisibles dans le second quand l'intensité de la

combustion surpasse la limite que nous avons assignée. Par conséquent, quand on veut augmenter l'intensité d'une lumière, ce qu'on ne peut faire qu'en augmentant le courant d'air, il faut prendre des précautions pour diminuer sa tendance à brûler le gaz avant qu'il soit décomposé, autrement on ferait une perte de lumière en la comparant à la dépense du gaz. Aussi, comme on le verra plus bas, lorsque le courant d'air central dans un bec, est augmenté ou par l'élargissement du conduit intérieur ou par la construction de la cheminée, il est nécessaire de prévenir la tendance du gaz à être brûlé avant sa décomposition, en multipliant les trous par lesquels il doit arriver.

En adoptant les principes précédens, les circonstances qui peuvent influer sur la lumière donnée par les gaz se rangent dans trois classes : elles se rapportent à la *flamme elle-même*, à la *construction du bec*, à la *forme de la cheminée de verre*.

I. Le seul point concernant la flamme elle-même qui mérite considération est sa longueur. La longueur relative de la flamme a la plus grande influence sur sa lumière. A mesure qu'elle s'allonge, la lumière émise augmente dans une progression beaucoup plus grande que la dépense du gaz : l'effet a lieu pour les simples jets de gaz et pour les becs d'Argand, comme cela est prouvé par les expériences suivantes.

Jets de gaz alimentés par le gaz du charbon. Le terme de comparaison est un jet de gaz de charbon de 3 pouces, dont la lumière et la dépense sont représentées par 100.

Long. de la flamme.	2 pouc.	3 p.	4 p.	5 p.	6 p.
Lumière..........	55,6	100	150,6	197,8	247,4
Dépense..........	60,5	101,4	126,3	143,7	182,2.

Rapportant les diverses intensités de lumière à une dépense commune, on trouve, pour les intensités relatives à chaque longueur de flamme, les nombres suivans (en négligeant les décimales) :

100 109 131 150 150;

d'où il résulterait que la même quantité de gaz du charbon, donnerait une moitié en sus de lumière en formant une flamme de 5 pouces de haut, qu'en formant une flamme de 2 pouces seulement; et en second lieu, qu'on ne gagne rien à élever la flamme au-dessus de 5 pouces, c'est-à-dire que, passé ce terme, l'augmentation de lumière est tout au plus proportionnelle à l'augmentation de dépense.

Le même principe est démontré pour le gaz de l'huile par les expériences suivantes :

Le terme de comparaison était un jet de gaz d'huile de 3 pouces, dont la lumière et la dépense sont exprimées par 100.

Long. de la flamme.	1 p.	2 p.	3 p.	4 p.	5 p.
Lumière..........	22	63,7	96,5	141	178.
Dépense..........	33,1	78,5	90 (1)	118	153.

Les nombres comparatifs, exprimant les lumières en

(1) La dépense était moindre que dans le bec qui servait de terme de comparaison, parce que le gazomètre de celui-ci avait une petite fuite ; ce qui ne peut changer les résultats.

supposant une égale dépense de gaz pour chaque hauteur de flamme, sont :

100	122	159	181	174.

L'augmentation paraît donc être à très-peu près la même qu'avec le gaz de la houille ; mais elle cesse à une hauteur de 4 pouces (pes. spéc. du gaz 910).

L'augmentation de lumière avec l'allongement de la flamme est bien plus grande par rapport à une même dépense dans les becs d'Argand. Les résultats suivans ont été obtenus avec un bec percé de 5 trous, pour des élévations successives de la flamme de ½ pouce à 5 pouces.

L'unité de comparaison était un jet de gaz de la houille de 4 pouces, dont la dépense et la lumière sont 100.

Haut. de la flam.	½ p.	1 p.	2 p.	3 p.	4 p.	5 p.
Lumière......	18,4	92,55	259,9	308,9	332,4	425,7;
Dépense......	83,7	148	203,3	241,4	265,7	318,1;

d'où sont dérivés les nombres suivans exprimant l'intensité de lumière, la dépense étant supposée la même pour chaque hauteur de flamme.

100	282	560	582	582	604.

Ainsi la lumière est devenue près de six fois plus forte, pour la même dépense, en portant la hauteur de la flamme de ½ pouce à 3 ou 4 pouces ; mais on ne gagne presque rien en l'élevant au-dessus (pes. spéc. du gaz 605).

Le gaz de l'huile offre un gain également remarquable. Avec un bec de 15 trous n° 1 de la Compa-

gnie de l'huile d'Edimbourg, le point de comparaison étant un jet de 3 pouces, si on élève la flamme de $\frac{1}{2}$ pouce jusqu'à 2 $\frac{1}{2}$, (au-dessus de ce dernier point on ne pouvait plus l'élever sans fumée), on se procure les données suivantes :

Hauteur de la flamme.	$\frac{1}{2}$ p.	1 p.	1 $\frac{1}{2}$ p.	2 p.	2 $\frac{1}{2}$ p.
Lumière...........	51,5	153	241	377	435;
Dépense..........	97,4	173	216	255	288;

d'où on déduit, par les moyens ordinaires, pour une lumière répondant à une égale dépense dans chaque élévation de flamme, les nombres suivans :

100 276 317 460 472.

Ainsi, en élevant la flamme depuis un demi-pouce jusqu'à 2 $\frac{1}{2}$, la lumière a été augmentée au point de devenir près de cinq fois plus grande avec la même dépense de gaz (pes. spéc. du gaz 910).

On trouve facilement l'explication de ces faits dans les principes établis ci-dessus. En effet, dans les becs d'Argand, quand la flamme est basse, le courant d'air est trop grand par rapport à celui de gaz, et par conséquent, la combustion est trop active : il n'y a plus alors qu'une faible quantité de gaz qui subisse la décomposition préalable avant d'être brûlé. De même, dans les jets de gaz, en élevant la flamme, elle s'amplifie nécessairement, et alors, par rapport au volume de gaz, une moindre quantité est en contact avec l'air.

Il est facile de sentir combien la hauteur de la flamme doit avoir d'influence sur la comparaison de la lumière fournie par les gaz de l'huile et du charbon, et à quel point il est impossible de tirer aucune conclusion d'expériences

faites sans avoir égard à cette circonstance. En effet, si, dans les expériences précédentes, on veut déterminer le rapport entre la lumière du gaz de l'huile et celle du gaz du charbon dans leur élévation la plus favorable (savoir 4 pouces pour le premier et 5 pouces pour le second), on trouvera celui de 2 à 1. Si l'on opère, au contraire, sur le jet de gaz de l'huile de 3 pouces, celui du gaz de charbon restant à 5, la proportion, calculée d'après les données que nous avons établies, n'est plus que $1\frac{1}{2}$ à 1; tandis que, si le jet de gaz de l'huile reste à 4 pouces, et que celui du gaz de la houille soit ramené à 3, le rapport entre les deux lumières pour une même dépense, sera alors de $2\frac{3}{4}$ à 1.

Une autre conséquence de ces expériences, c'est que pour chaque bec de gaz, il n'y a qu'une hauteur de la flamme qui soit économique, c'est-à-dire qui donne le *maximum* de lumière relativement à la dépense de gaz, et que, si, dans la vue de diminuer la lumière, on réduit le courant de gaz, la dépense n'est nullement proportionnelle à la réduction de lumière. Ainsi, si, d'après les expériences précédentes, la flamme d'un bec de gaz de la houille de 5 trous, est réduite de son élévation ordinaire de 3 pouces à $\frac{1}{2}$ pouce, la lumière n'est plus alors que le $\frac{1}{6}$, tandis que la dépense est encore le $\frac{1}{3}$ de ce qu'elle était; de sorte que, pour obtenir avec économie différentes quantités de lumières, il faudrait des becs différens, ou bien il faudrait dans le bec un mécanisme qui diminuât le courant d'air à mesure qu'on diminuerait celui de gaz, pour que la flamme restât toujours presque à la même hauteur. Aussi arrive-t-il souvent que ceux qui consomment le gaz ne le brûlent pas avec la

plus grande production de lumière possible ; car souvent, en donnant la hauteur de flamme convenable, il arriverait que le moindre dérangement dans la cheminée, la moindre agitation dans l'air, la moindre augmentation dans le courant de gaz, feraient fumer.

(La fin au Cahier prochain.)

Sur *l'Évaporation de l'eau à une haute température.*

Par Klaproth (1).

Leidenfrost publia, en 1756, une Dissertation dans laquelle il annonce avoir trouvé qu'entre le point de l'ébullition et celui où le fer est échauffé au blanc, l'eau s'évapore d'autant moins facilement que la chaleur est plus intense. Ce physicien, ayant laissé tomber une goutte d'eau sur une cuiller de fer bien polie, échauffée au blanc, remarqua que la goutte se di-

(1) Les physiciens ont recherché, dans ces derniers temps, avec plus de constance que de succès, les causes diverses qui peuvent amener l'explosion des machines à vapeur. A cette occasion, on a cité, comme une nouvelle découverte, quelques particularités très-curieuses que l'eau présente quand on la met en contact avec des plaques métalliques incandescentes. L'article qu'on va lire montrera que ces phénomènes avaient déjà été aperçus : il est tiré, en effet, sauf quelques changemens de rédaction, d'un journal qui date de vingt-cinq ans.

vise d'abord en plusieurs petits globules, qui bientôt se réunissent. En regardant la goutte de très-près, il observa qu'elle tournait avec beaucoup de vitesse autour de son axe, et qu'elle devenait graduellement plus petite; enfin elle disparut brusquement en faisant un certain bruit : tout cela dura de 34 à 35 secondes. Une seconde goutte, qui tomba sur la cuiller déjà un peu refroidie, disparut en 9 à 10 secondes. Une troisième goutte, après un refroidissement encore plus long, ne dura que 3 secondes. Lorsqu'on touchait la goutte dans la cuiller échauffée au blanc, elle disparaissait subitement. Klaproth a répété ces expériences : voici en quels termes il les rapporte.

« J'ai pris une cuiller de fer très-poli; je l'ai échauffée sur des charbons jusqu'au blanc; je l'ai ôtée du feu, et immédiatement après j'ai fait tomber dessus une goutte d'eau. Dès que la goutte a touché le fer, elle s'est divisée en plusieurs globules, les uns petits, les autres grands, qui se sont bientôt réunis en une seule grande masse; elle paraissait être en repos : c'était comme une boule de cristal, placée dans le fond de la cuiller, et qui l'aurait touchée par un seul point. En regardant cette boule de plus près, j'ai observé qu'elle tournait rapidement autour de son centre, et qu'elle devenait de plus en plus petite; enfin elle s'est dissipée avec explosion. Dès que la première goutte a disparu, j'en ai fait tomber une seconde, ensuite une troisième, et j'ai trouvé que leur durée était d'autant moindre que la chaleur avait plus diminué : la dernière goutte s'est transformée en vapeur à l'instant même du contact. Je citerai deux expériences :

Première Expérience.

La première goutte dura	40	secondes.
La seconde.	20	
La troisième.	6	
La quatrième.	4	
La cinquième.	2	
La sixième.	0	

Seconde Expérience.

La première goutte dura	40	secondes.
La seconde.	14	
La troisième.	2	
La quatrième.	1	
La cinquième.	0	

« L'intensité de la chaleur était plus grande dans la première expérience : aussi le degré où une goutte d'eau s'évapora subitement, arriva plus tard que dans la seconde. Les autres intervalles n'ont pas été non plus égaux ; mais on ne devait pas l'espérer, car il est impossible, d'un côté, de mesurer le degré de chaleur du vase échauffé au commencement de l'expérience, et de l'autre, la moindre circonstance peut contribuer à rendre la durée de la goutte plus courte : elle peut, par exemple, se diviser par la chute d'un petit morceau de charbon, ou par quelque autre obstacle quelconque qui s'oppose à sa rotation : or, de tels obstacles doivent se rencontrer dans une cuiller de fer, dont la surface devient, à chaque expérience, plus inégale.

« Je fis tomber 7 gouttes, l'une immédiatement après l'autre, dans une cuiller échauffée au point nécessaire.

Ces gouttes se réunirent dans une masse globulaire qui commença à tourner sur elle-même avec rapidité. A l'origine, la masse était tout-à-fait ronde; ensuite elle se divisa par le haut, et l'on voyait une tache d'écume blanche sur la face supérieure; les bords paraissaient dentelés. Ce phénomène, vraiment curieux, dura 150 secondes. Une expérience faite avec 10 gouttes, donna les mêmes résultats; seulement la bulle dura 200 secondes, et se dissipa sans évaporation proprement dite, parce que la chaleur de la cuiller était très-grande. L'expérience ne réussit pas quand j'employai un plus grand nombre de gouttes : les gouttes se réunissaient alors, en effet, en un globe unique qui commençait à éprouver des mouvemens rotatoires; mais ces mouvemens ne se continuaient pas, à cause que la surface inférieure du globe était en contact avec le fer par plus d'un point : l'eau disparaissait alors avec un bourdonnement très-sensible.

« Après les essais dont je viens de rendre compte, je me servis d'une capsule d'argent pur et d'une autre de platine, que je chauffais aussi, sur des charbons, jusqu'au blanc. Les phénomènes furent à peu près les mêmes; mais les petites sphères liquides durèrent plus long-temps.

CAPSULE D'ARGENT.

Première Expérience.

La première goutte dura	72 secondes.
La seconde............	20
La troisième..........	20
La quatrième..........	0

Seconde Expérience.

La première goutte dura	61 secondes.
La seconde............	30
La troisième..........	20
La quatrième..........	6
La cinquième.........	0

Lorsqu'il y avait trois gouttes, la bule totale durait 240 secondes, et l'évaporation s'effectuait ensuite instantanément.

CAPSULE DE PLATINE.

Durée de la première goutte..........	50 secondes.
Durée de la bule composée de 3 gouttes..	90

EXTRAIT *d'une Note de M.* Liebig, *professeur de chimie à Giessen, sur la Nitrification.*

DEPUIS deux ans et demi je m'occupe de l'analyse des eaux de pluie, travail qui a été occasioné par un Mémoire relatif aux météores aqueux, de M. Zimmermann, professeur de chimie à Giessen, et mon prédécesseur. (*Archiv für die gesammte Naturlehre de M. Kastner*, tome I, page 257.) M. Zimmermann croyait avoir trouvé dans les eaux de pluie, du manganèse, du fer, de l'acide carbonique, de la chaux, du chlorure de potassium et *point* de chlorure de sodium.

Le but de mes recherches était de démontrer que le chlorure de potassium, le fer et le manganèse n'existent pas dans l'eau de pluie. En deux ans, j'ai analysé 77 résidus, obtenus par l'évaporation d'autant de différentes eaux de pluie, recueillies dans des vases de porcelaine et évaporées à une douce chaleur. Ils contenaient tous du muriate de soude et pas une trace de potasse; le manganèse et le fer manquaient également, si les eaux étaient préalablement filtrées.

Ces eaux contenaient en même temps des substances organiques, que je cherchai à détruire par la chaleur. En chauffant le résidu obtenu par l'évaporation de 10 livres d'eau d'une pluie d'*orage*, j'observai un léger fusement, et cela me suggéra aussitôt l'idée de rechercher l'acide nitrique dans toutes les eaux de pluie. Parmi mes 77 échantillons d'eau, il y en avait 17 qui provenaient de pluies d'orages; or, ces 17 contenaient tous de l'acide nitrique, en quantités très-différentes, combiné ou à la chaux ou à l'ammoniaque : parmi les autres, au nombre de 60, je n'en trouvai que 2 qui continssent des traces d'acide nitrique.

Après la mort de M. Zimmermann, on m'a remis tous ses appareils et de plus 50 résidus d'eaux de pluie recueillies en 1821, 1822 et 1823; parmi celles-ci, 12 contenaient de l'acide nitrique ou plutôt des nitrates.

La présence de l'acide nitrique dans les eaux de pluie d'orage m'a surpris d'autant moins, que Cavendish et, après lui, Seguin, avaient produit de l'acide nitrique, en combinant l'azote et l'oxigène par l'action de l'étincelle électrique; cette explication, qui se pré-

sente d'elle-même, me fit attacher peu de valeur à mon observation. Depuis, M. Brandes a publié des recherches sur les eaux de pluie, et cela m'a empêché de faire connaître les miennes.

Il est clair, d'après cela, que la foudre, en traversant l'air, détermine la formation d'une grande quantité d'acide nitrique, qui, entraîné par la pluie, est absorbé et retenu dans les rochers poreux, où il s'accumulera peu à peu une quantité notable de nitrates et de sel marin; ces sels forment ensuite des efflorescences dans les endroits qui sont à l'abri de la pluie et des injures de l'air.

Ainsi, quand on trouve des nitrates dans des matériaux qui ne contiennent ni matières animales ni matières végétales, l'acide peut n'être pas formé sur place, mais bien au milieu de l'atmosphère, dans certaines circonstances électriques; toutefois les principes de la formation de l'acide nitrique sur la terre n'éprouveront, par la connaissance de ce fait, aucun changement.

Je doute beaucoup que M. Longchamp ait eu connaissance du Mémoire de Luiscius (Rotterdam, 1798), sur cette question : Quelles sont les causes de la putréfaction des substances végétales et animales, et quels sont les produits qui en dérivent? Il suit des expériences de Luiscius, 1° que les substances animales et végétales, étant en contact avec l'eau, se décomposent entièrement, si pendant leur putréfaction l'air a un libre accès; 2° que l'air accélère cette décomposition singulièrement; 3° que, dans ces deux conditions (l'air et l'eau ayant un libre accès), *il se produit beaucoup d'acide nitrique* et peu d'ammoniaque; 4° que ces sub-

stances se putréfient dans un temps très-différent, dans l'ordre suivant : l'urée, le gluten, la gélatine animale, la fibre musculaire, l'amidon, le blanc d'œuf, la gomme, le sucre, la fibrine végétale, etc.

J'observe encore que Luiscius n'avait pas en vue, dans ses recherches, la production de l'acide nitrique, et que dès-lors ses conclusions sont tout-à-fait impartiales. D'ailleurs on sait que, durant la putréfaction des substances végétales sous l'eau (par exemple, au fond des marais), leur carbone se combine avec de l'hydrogène, et qu'à l'air libre il forme de l'acide carbonique ; cette analogie est si parfaitement conforme à la décomposition des substances animales, qu'elle ne laisse aucun doute sur le mode même dont cette dernière s'opère. Je pourrais citer encore un grand nombre de faits qui démontrent la formation de l'acide nitrique par l'azote des matières azotées ; mais je me bornerai aux suivans, qui ne sont pas non plus favorables à la théorie de M. Longchamp. Marggraf (*Chymische Schriften*, p. 3) trouva du nitre dans quelques eaux de puits ; M. Berzelius (*Afhandlingar i Fisik*, *Kemi och Mineralogi*, p. 209.) a trouvé de même une quantité considérable de nitrates dans une eau de puits à Stockholm.

J'ai analysé 12 eaux de puits à Giessen, et toutes contenaient des nitrates en plus ou moins grande quantité. Au contraire, 3 différentes eaux tirées de puits situés à une lieue de Giessen, et celles de 6 autres qui se trouvent à 200 ou 300 pas de la ville, n'ont donné aucune trace de nitre ou de nitrates. J'observe encore que toutes ces eaux contenaient du carbonate de chaux

en dissolution. Au fond des puits se trouvent cependant réunies, d'après M. Longchamp, toutes les circonstances favorables à la formation de l'acide nitrique (p. 10 broch. part.), c'est-à-dire, *un terrain humide, entouré d'un air humide.*

Note *sur la Présence de l'Ammoniaque dans les minéraux argileux.*

Par M. Bouis fils, de Perpignan.

Occupé à l'analyse de divers gypses, je fus successivement amené à la recherche de l'ammoniaque dans un de ces matériaux de troisième formation, répandant une forte odeur argileuse par insufflation. Délayé dans un peu d'eau, il dégageait la même odeur; mais elle était bien plus caractérisée encore, lorsqu'on employait une dissolution de potasse caustique : ainsi humecté, il se recouvrait de vapeurs blanches très-sensibles par l'approche d'un tube plongé d'abord dans de l'acide hydro-chlorique.

Ces premiers essais donnant lieu de croire qu'il y avait dégagement d'ammoniaque, j'ai mis du même gypse argileux pulvérisé dans un verre à réactif; je l'ai imprégné d'une dissolution de potasse caustique, et j'ai recouvert le tout avec du papier de tournesol rougi; il a suffi de quelques instans pour faire passer ce papier au bleu, couleur qui est redevenue insensiblement rouge par le contact de l'air, et bien plus rapidement au moyen d'une légère chaleur.

La présence de l'ammoniaque ainsi constatée dans ce gypse chargé d'argile, j'ai présumé que cet alcali pourrait exister dans toutes les substances terreuses qui émettent l'odeur argileuse. Afin de vérifier cette supposition, un grand nombre de minéraux terreux ont été humectés avec une dissolution de potasse caustique et recouverts avec du papier de tournesol rougi. Ce papier a été toujours ramené à une teinte bleue plus ou moins décidée, selon que la matière terreuse répandait une odeur argileuse plus ou moins forte. Cette action s'est continuée pendant tout le temps de la manifestation de l'odeur argileuse: il était facile de le vérifier en changeant le papier rougi à mesure qu'il devenait bleu. Avec de l'argile ordinaire, ce dégagement alcalin a duré pendant plus de deux jours, à une température de 10° c.

J'ai ainsi essayé de la terre à pipe, plusieurs autres argiles, des gypses impurs de diverses formations, du plâtre de Paris, des pierres stéatiteuses antérieures à la présence des corps organisés. L'antiquité d'origine n'influe en rien sur le dégagement ammoniacal; tous les minéraux dont l'odeur argileuse a été rehaussée par l'action de la potasse, ont bleui le papier rouge de tournesol.

L'on admet assez généralement que l'odeur particulière aux argiles est due à des oxides de fer qui altèrent leur pureté. Il est assez difficile d'expliquer comment des oxides métalliques entièrement fixes peuvent rendre odorans d'autres corps inertes. L'indication de la présence de l'ammoniaque dans les fossiles argileux peut amener à se rendre raison de l'odeur qu'acquièrent ces minéraux par la simple impression de l'humidité, et avec des dissolutions alcalines caustiques.

L'ammoniaque serait le véhicule de l'odeur particulière aux matériaux argileux.

Un phénomène à peu près analogue se retrouve dans plusieurs matières odoriférantes, telles que le musc, le tabac, etc., qu'une parfaite dessication rend presqu'inodores, mais dont l'odeur caractéristique reparaît au moyen d'une faible dissolution ammoniacale.

Perpignan, le 5 novembre 1826.

ERRATA *du Cahier précédent.*

Page 162, ligne 28, *au lieu de :* savoir qu'aucun corps métallique, le charbon excepté, ne peut conduire, etc.; *lisez :* savoir qu'aucun corps, excepté les corps métalliques et le charbon, ne peut conduire, etc.

JOURS.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Thermomètre. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	755,06	+23,8		755,12	+23,8		753,36	+25,8		754,94	+20,0		+25,7	+14,0	Eclaircies.	S.
2	754,94	+28,0		754,02	+27,3		752,22	+29,6		752,62	+21,0		+29,6	+15,5	Quelques nuages.	S. E.
3	754,60	+19,5		757,04	+21,0		757,60	+21,7		760,84	+16,4		+21,7	+15,2	Couvert.	O.
4	764,50	+20,4		764,23	+22,6		763,62	+24,5		762,92	+19,5		+24,5	+12,0	Nuageux.	O.
5	762,24	+18,6		762,16	+22,2		761,94	+21,7		764,07	+17,2		+22,5	+17,0	Couvert.	N.
6	765,83	+18,3		765,70	+20,8		765,16	+21,5		765,30	+17,5		+21,5	+13,0	Petits nuages.	N. E.
7	765,82	+19,4		765,50	+22,0		764,87	+23,0		764,82	+20,2		+23,5	+11,7	Légers nuages.	N. E.
8	765,70	+23,8		765,30	+25,5		764,44	+26,5		765,24	+18,5		+26,5	+15,5	Nuageux.	N.
9	764,78	+22,7		764,23	+25,6		763,30	+26,0		762,56	+19,0		+26,0	+14,2	Quelques nuages.	N. O.
10	762,29	+18,6		761,94	+22,5		760,60	+23,5		759,02	+19,6		+23,5	+15,7	Nuageux.	O. N. O.
11	759,92	+16,5		759,60	+20,7		759,50	+21,5		760,05	+17,0		+21,5	+13,2	Quelq. petit. éclairc.	O. N. O.
12	760,82	+18,9		760,90	+20,5		760,58	+21,0		760,54	+16,8		+21,0	+14,0	Quelq. petits nuages.	N. E.
13	760,53	+18,5		760,20	+20,5		759,40	+21,7		759,12	+17,3		+21,7	+12,5	Serein.	E. N. E.
14	758,50	+19,3		757,65	+22,0		756,53	+23,5		756,10	+18,5		+23,5	+12,5	Nuages légers.	E.
15	755,40	+16,0		755,53	+23,0		755,15	+23,1		755,65	+18,7		+23,1	+13,7	Très-nuageux.	N. E.
16	756,18	+22,3		756,09	+25,3		755,95	+23,3		756,47	+19,3		+25,9	+14,4	Très-nuageux.	O. N. O.
17	757,17	+21,4		757,37	+24,5		757,04	+24,0		757,75	+19,2		+24,5	+13,5	Très-nuageux.	N. O.
18	759,09	+21,8		758,65	+23,9		758,17	+26,4		759,14	+19,3		+26,4	+13,8	Quelques nuages.	O.
19	759,64	+24,0		758,44	+26,5		757,50	+25,2		756,82	+18,7		+26,5	+16,2	Eclaircies.	O. S O.
20	754,50	+21,0		753,67	+22,5		753,44	+19,3		754,78	+15,5		+22,5	+14,8	Couvert.	S. O. fort.
21	757,60	+18,5		757,97	+22,0		758,60	+21,2		759,05	+15,7		+22,0	+11,7	Eclaircies.	O.
22	759,13	+22,3		758,38	+23,8		757,60	+24,5		757,44	+18,9		+24,5	+13,8	Nuageux.	S.
23	758,80	+21,5		758,70	+25,5		758,64	+25,5		759,76	+20,5		+25,5	+16,0	Eclaircies.	S. O.
24	759,80	+24,1		759,27	+27,0		758,07	+27,1		757,42	+22,3		+27,1	+15,5	Quelq pet. éclairc.	N. O.
25	755,94	+27,1		755,50	+29,2		755,00	+29,2		758,76	+21,5		+30,0	+17,5	Nuages.	O. N. O.
26	760,98	+21,8		760,92	+25,3		760,20	+25,5		760,02	+21,3		+25,5	+15,5	Très-nuageux.	O
27	761,10	+22,7		761,90	+24,2		762,10	+25,7		762,86	+21,5		+25,8	+18,7	Nuageux.	N. O.
28	763,95	+22,1		763,80	+25,8		763,02	+25,4		762,62	+21,5		+25,8	+20,3	Couvert.	O. N. O.
29	761,28	+24,0		760,00	+29,4		758,45	+30,2		756,70	+26,0		+30,5	+16,0	Beau.	S. E.
30	753,64	+29,5		755,02	+26,3		757,46	+25,3		760,88	+17,8		+29,5	+17,2	Nuages.	O.
	763,78	+21,7		763,33	+22,7		762,20	+23,0		761,60	+20,0		+23,1	+12,0	Nuageux.	O. N O.
1	761,58	+21,3		761,52	+23,3		760,71	+24,4		761,23	+18,9		+24,5	+14,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	758,17	+20,0		757,81	+22,9		757,33	+22,9		757,64	+18,0		+23,7	+13,9	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 3,760
3	759,64	+23,2		759,53	+25,6		759,21	+25,7		759,80	+20,6		+26,3	+15,9	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 3,570
	759,79	+21,5		759,62	+24,0		759,09	+24,4		759,54	+19,2		+24,9	+14,7	Moyennes du mois,	+ 19,8.

SUITE.

SUR *la Combinaison du Chlore et du Cyanogène ou Cyanure de Chlore.*

PAR M. SÉRULLAS.

IL a été dit que l'odeur piquante de la substance cristallisée tenait à une certaine quantité du liquide blanc qui y adhérait; ce qui le prouve, c'est qu'en lavant ces cristaux avec une eau contenant un peu de potasse, puis à l'eau pure, les pressant fortement après entre du papier joseph, ils cessent d'irriter les yeux, et ne conservent plus qu'une odeur très-prononcée, approchant beaucoup de celle du camphre.

Le corps cristallisé est, comme le liquide jaune, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, d'où il est aussi précipité par l'eau; chauffé fortement dans un tube de verre, il se sublime en majeure partie sans altération, une petite portion se décompose et du charbon est mis à nu.

En faisant passer sur de la tournure de cuivre chauffée au rouge une certaine quantité du corps cristallisé, on obtient du chlorure de cuivre et du charbon; un peu d'acide carbonique et d'hydrogène carboné a été recueilli. La présence de ces deux gaz dépend d'un peu d'eau qu'il est difficile d'enlever au corps cristallisé; mais on voit que leur formation ne peut tenir à l'existence d'hydrogène et d'oxigène comme faisant partie de ses élémens; aucune théorie, d'après les propriétés que nous avons reconnues, et au liquide jaune et au corps

cristallisé, ne pourrait se concilier avec une telle supposition, puisqu'on ne peut admettre dans leur composition ni acide hydro-cyanique, ni acide cyanique, ni cyanure de chlore, ni acide chloroxicarbonique, la combinaison de ce dernier n'y étant aucunement probable. Tous ceux de ces corps qui nous sont connus ont une odeur analogue entr'eux, même avec le chlorure d'azote; des méprises, à cet égard, pourraient avoir lieu si l'on voulait tirer des inductions de cette propriété physique.

Le liquide blanc, après avoir été distillé plusieurs fois sur du chlorure de calcium et du marbre, décomposé sur de la tournure de cuivre, donne les mêmes produits que le corps cristallisé, mais beaucoup plus de chlorure de cuivre et d'hydrogène carboné; ce qui doit être, vu son association à une assez grande quantité d'acide hydro-chlorique.

Des faits ci-dessus exposés, voici les conséquences qu'on peut tirer sur la composition du liquide jaune : auparavant reproduisons en somme ses propriétés; il a une odeur piquante et tout à la fois aromatique particulière, qui irrite les yeux et provoque la toux; il est insoluble dans l'eau; il se dissout dans l'alcool duquel il est séparé par l'eau; mis en contact avec ce dernier liquide, il ne donne d'abord aucun signe d'acidité; mais avec le temps il le convertit en acide hydro-chlorique très-concentré; dégageant en même temps de l'azote et de l'acide carbonique, dont la formation est accompagnée de celle d'une matière blanche, solide, volatile, susceptible de cristalliser, soluble aussi dans l'alcool et précipitable par l'eau; ayant une odeur de camphre; donnant dans sa

décomposition du chlore et du carbone; caractères dont l'ensemble présente ceux attribués aux chlorures de carbone.

Le liquide jaune serait donc un mélange de proto-chlorure de carbone et de chlorure d'azote.

La dissolution de cyanure de mercure, exposée avec du chlore au soleil, se convertit successivement en bi-chlorure de mercure et en cyanure de chlore; mais à mesure que ce dernier est produit, du chlore non combiné est à son contact et réagit sur lui par l'influence solaire, partage les élémens du cyanogène, forme avec eux le chlorure d'azote et le chlorure de carbone; action très-probablement analogue à celle du chlore sur l'hydro-carbure de chlore qu'il transforme, dans la même circonstance, en perchlorure de carbone et en acide hydro-chlorique.

Une dissolution de cyanure de chlore mise au soleil avec du chlore donne très-abondamment du liquide jaune.

Le liquide jaune, considéré comme un mélange de proto-chlorure de carbone et de chlorure d'azote, contient toujours une certaine quantité d'eau, puisque sa production a lieu sur ce liquide, dont il va ensuite occuper le fond; du reste, lorsqu'il a été préparé avec les matériaux secs, il ne peut être séparé du bi-chlorure de mercure avec lequel il ne fait pâte que par l'intermède de l'eau : le chlorure d'azote qui s'y trouve, à peine formé, tend à se décomposer et détermine en même temps la décomposition de l'eau; l'hydrogène s'unit au chlore, forme l'acide hydro-chlorique qu'on y trouve en si grande quantité; l'oxigène brûle une partie

du carbone, du proto-chlorure le faisant ainsi passer à l'état de perchlorure dont la majeure partie reste dissoute dans l'acide hydro-chlorique, ou, pour mieux dire, dans le proto-chlorure non transformé en perchlorure, lequel est uni intimement avec l'acide hydrochlorique, formant avec lui une espèce de corps gras, huileux, volatil, d'une odeur extrêmement piquante, qui tache le papier à la manière des huiles, et disparaît au bout de quelque temps sans laisser des traces de son contact.

Le liquide blanc huileux, laissé sous l'eau, dépose avec le temps des cristaux de perchlorure de carbone; l'eau enlève une partie de l'acide qui les tenait en dissolution, et détermine la cristallisation; mais on ne parvient pas, ni par la distillation, même sur le marbre, ni par le contact avec la potasse, à enlever entièrement à ce liquide blanc son odeur piquante; l'acide hydro-chlorique, auquel est due cette odeur, est pour ainsi dire combiné avec lui de manière à en former un composé assez stable.

Maintenant comment admettre qu'un chlorure d'azote dont la décomposition s'opère si promptement et si violemment, soit par la chaleur, 30 degrés suffisent, soit par le simple contact de certains corps, jouisse, dans ces mêmes circonstances, d'une certaine stabilité, et que sa décomposition puisse s'effectuer paisiblement sans la moindre manifestation de ses redoutables propriétés : son union intime avec le chlorure de carbone ne serait-elle pas la cause de ce changement, tout extraordinaire qu'il puisse paraître? Déjà MM. Berzelius et Marcet, ont observé que du sulfure de carbone mêlé au

chlorure d'azote l'empêchait de détoner; ou bien notre chlorure d'azote serait-il une combinaison de chlore et d'azote particulière différente de celle découverte par M. Dulong.

Pour éclairer sur la première hypothèse, et voir jusqu'à quel point on pouvait s'y arrêter, j'ai préparé du chlorure d'azote à la manière ordinaire; je l'ai mêlé avec une petite quantité du liquide jaune; un fragment de phosphore projeté au milieu en a déterminé la décomposition sans aucune détonation; ce que j'ai répété plusieurs fois avec le même résultat. Cependant on ne peut pas comparer absolument cet effet à celui du phosphore mis en contact avec le liquide jaune seul; la décomposition est lente, et le chlorure de carbone reste avec son odeur piquante. Mais on doit encore tenir compte de la différence qu'il y a entre un simple mélange artificiel et celui qui s'est opéré à l'état naissant, atome à atome, ainsi que cela a lieu dans la formation du liquide jaune. D'ailleurs, c'est un fait que je devais faire connaître sans prétendre qu'il soit suffisant pour mettre hors de doute l'identité.

Toutefois, aucune autre supposition ne coïncide mieux avec les faits, excepté celle d'un cyanure de chlore avec excès de chlore, lequel excès, combiné, en changerait entièrement les propriétés sans aucune ressemblance avec son congénère, puisque celui-ci est liquide, puisqu'il ne donne pas de vert, puisqu'il décompose l'eau, dont les élémens sont indispensables à la production des corps nouveaux dans lesquels se transforme le liquide jaune, puisqu'enfin il n'est pas, il s'en faut de beaucoup, aussi délétère; car un lapin, à qui on en a fait

avaler une assez forte quantité, n'est mort que plusieurs heures après; tandis que le cyanure de chlore, comme on le verra plus bas, tue sur-le-champ à des doses infiniment petites.

Nous reprenons le cyanure de chlore, et nous arrivons à ses propriétés.

Le cyanure de chlore est solide à la température de 18 degrés au-dessous de zéro; il cristallise alors en très-longues aiguilles transparentes; dans cet état, il n'a pas de tension; on peut respirer aux goulots des flacons sans en être incommodé; il est liquide de 12 à 15 degrés au-dessous de zéro, ou sous une pression de quatre atmosphères, la moitié de la somme des atmosphères sous le poids desquelles ses élémens séparés se liquéfient, la température étant à 20 + 0; il peut conséquemment être gardé à l'état liquide dans un tube qu'on ferme à la lampe, pendant qu'on l'y maintient solide au moyen du bain frigorifique; dans sa liquidité, il est limpide et incolore comme l'eau; son odeur, déjà observée par M. Gay-Lussac, est insupportable et excite le larmoiement.

Le cyanure de chlore est très-soluble dans l'eau et l'alcool; sous la pression ordinaire et à la température de 20 + 0, l'eau est susceptible d'en dissoudre vingt-cinq fois son volume, l'alcool cent fois, l'éther moitié moins; son absorption par l'alcool est presque aussi prompte que celle du gaz ammoniaque par l'eau.

Il peut rester en dissolution dans l'eau un temps très-long, probablement indéfiniment, sans éprouver d'altération notable; on peut le séparer de cette dissolution par l'ébullition; et c'est le moyen que j'ai pres-

que toujours employé pour isoler celui dont j'avais besoin pour mes expériences; je m'y prenais ainsi :

La dissolution du bi-chlorure de mercure, résidu de la préparation du liquide jaune, contient toujours plus ou moins de cyanure de chlore. Ces dissolutions réunies sont soumises à l'ébullition dans un ballon qu'on met en communication d'abord avec un flacon contenant un mélange de chlorure de calcium et de marbre concassé, puis avec un tube horizontal un peu long, d'un assez fort diamètre, renfermant encore du chlorure de calcium; à celui-ci est adapté le tube ordinaire plus étroit, courbé à angle droit, qui se rend dans un flacon vide placé au milieu d'un mélange frigorifique. L'ébullition chasse le cyanure de chlore, qui, passant sur le chlorure de calcium et le marbre, se dépouille de son humidité et de l'acide hydro-chlorique s'il y en avait, et vient cristalliser. On a ainsi des masses de cristaux de cyanure de chlore, très-durs, susceptibles de se briser en les pressant avec un tube.

Le cyanure de chlore privé de cyanogène et d'acide hydro-chlorique ne précipite pas par le nitrate d'argent, ne rougit pas le papier de tournesol, et n'altère pas celui de curcuma, que l'on touche avec les papiers réactifs mouillés, le cyanure de chlore, soit en dissolution dans l'eau ou dans l'alcool, soit liquide ou gazeux. Il se produit quelquefois une altération sur le tournesol en prologeant le contact, mais elle doit dépendre de l'alcali que contient cette substance. Il sera question tout-à-l'heure des changemens que les alcalis font subir au cyanure de chlore.

Le papier de tournesol est aussi quelquefois rougi

par le cyanure de chlore qui n'a pas été séparé et purifié par le moyen de la cristallisation ; mais il revient à sa couleur primitive par son exposition à l'air : cette altération est due à la présence du cyanogène ; comme d'autrefois elle est permanente, elle dépend alors de l'acide hydro-chlorique.

Les cyanures de chlore, de bromure et d'iode sont des combinaisons bien stables, ne décomposant pas l'eau, quoiqu'en contact prolongé avec ce liquide. Cependant on remarque, après un temps très-long, dans les flacons contenant le cyanure d'iode cristallisé, une légère atmosphère violette. Il est probable qu'il en sera de même pour le cyanure de chlore ; quelques parties de chlore seront mises en liberté avec le temps, se mêleront avec le cyanure de chlore ; ce qui pourrait induire en erreur dans l'examen de ses propriétés.

Le cyanure de chlore est très-caustique. Pendant mes expériences j'ai éprouvé que son contact, même à l'état gazeux, avec la peau la plus légèrement entamée, était très-douloureux.

Il est aussi excessivement délétère. Cinq centilitres de ce gaz (à peu près 2 grains $\frac{1}{4}$) ont été dissous dans un peu d'eau, la moitié était à peine introduite, au moyen d'un entonnoir, dans l'œsophage d'un lapin ; que l'animal n'a pu avaler le surplus, étant déjà foudroyé par les premières portions.

La circonstance qui mettait, pour la première fois, du cyanure de chlore très-pur à notre disposition, devait nécessairement nous conduire à déterminer par l'expérience les proportions de ses élémens. J'ai employé le même moyen que M. Gay-Lussac a mis en usage

pour cette même analyse, si habilement faite au milieu de toutes les difficultés, qui lui présentait un gaz impur; c'est en chauffant à la lampe à l'alcool de l'antimoine avec du cyanure de chlore, dans une cloche de verre sous le mercure. J'ai trouvé qu'après la formation du chlorure d'antimoine, l'absorption était exactement la moitié du volume total soumis à l'expérience, et le résidu gazeux du cyanogène pur. Telle est la composition que M. Gay-Lussac a établie par ses calculs aussi justes qu'ingénieux.

Le cyanure de chlore est donc formé de :

Chlore......	1,215	1 atome;
Cyanogène...	0,901	1 atome.

Avant de terminer, je vais dire un mot de l'action de la potasse caustique sur les trois cyanures, et de la couleur verte qu'ils produisent avec le sulfate de fer.

Les cyanures de chlore, de brome et d'iode éprouvent de la part des alcalis une action très-remarquable; elle a été signalée par M. Bertholet pour le cyanure de chlore, mais elle n'a été exactement constatée que par M. Gay-Lussac. J'ai reconnu qu'elle est absolument la même pour les trois cyanures, ce dont il était important de s'assurer.

En faisant passer une dissolution concentrée de l'un des trois cyanures précités sous une cloche pleine de mercure, y introduisant successivement une dissolution de potasse et un peu d'acide, l'action est très-vive; du gaz acide carbonique est produit très-abondamment; pas le moindre dégagement de gaz avant l'addition de l'acide. La dissolution, après ces dernières épreuves,

traitée par un excès de chaux, laisse exhaler de l'ammoniaque.

La dissolution de cyanure de chlore, mêlée avec la potasse, du sulfate de fer et un acide, ne donne pas de vert. Mais si l'on commence par le sulfate de fer, puis la potasse, ensuite l'acide, la coloration en vert est produite. Cette belle et importante observation est encore due à M. Gay-Lussac.

J'obtiens le même résultat en traitant de la même manière le cyanure de brome.

Mais le cyanure d'iode, qui se comporte avec les alcalis comme les deux autres, présente cette différence avec le sulfate de fer, qu'il se colore en vert en le combinant directement avec la potasse, faisant suivre l'addition du sulfate de fer et celle de l'acide, ce que j'avais déjà reconnu dans mon Mémoire sur le cyanure d'iode.

Résumé.

On voit, d'après ce qui précède, que l'acide chlorocyanique est un cyanure de chlore qui vient prendre place à côté des cyanures de brome et d'iode, et occuper le premier rang dans cette série de corps bien caractérisés ;

Que sa préparation, comme celle des deux autres, n'offre aucune difficulté ; que tous les trois peuvent s'obtenir de la même manière, en mettant en contact, à la température ordinaire (1), dans des flacons fermés,

(1) On obtient très-bien le cyanure d'iode en abandonnant à la température ordinaire le mélange d'iode et de cya-

ou le chlore, ou le brome, ou l'iode, avec du cyanure de mercure humide et même dissous, en évitant la lumière pour le cyanure de chlore (1); que l'on peut séparer ces cyanures de leur dissolution aqueuse, dans laquelle ils n'éprouvent pas d'altération par l'ébullition, en donnant à l'appareil les dipositions convenables pour les dessécher, et les condenser sous forme de cristaux, au moyen du refroidissement très-différent qu'exige chacun de ces trois cyanures; et pour servir de règle à cet égard, nous redirons :

Le cyanure d'iode reste cristallisé jusqu'à 100 degrés au-dessus de zéro, terme après lequel il se vaporise entièrement; son passage de l'état solide à l'état liquide n'a pu être observé.

Le cyanure de brome reste solide et cristallisé à 16 degrés +0; lorsqu'il est bien sec, le point de l'échelle où il passe de l'état solide à l'état liquide ne peut être saisi.

Le cyanure de chlore reste solide et cristallisé à 18—0; il est liquide de 12 à 15—0, ou bien sous une pression de quatre atmosphères, la température étant à 20+0, pouvant alors être renfermé dans des tubes qu'on scelle à la lampe; il est gazeux à 12—0.

---

nure de mercure humecté et renfermé dans un flacon; mais l'action est lente; on peut la hâter par une légère chaleur.

(1) Je n'ai pas encore pu constater si le cyanure de brome ou le mélange de brome et de cyanure de mercure n'éprouvent pas, sous l'influence solaire, un changement analogue à celui que subit, dans cette circonstance, le cyanure de chlore.

Ces trois cyanures sont susceptibles de retenir de l'eau de cristallisation, laquelle fait varier le terme de leur solidification qui peut s'opérer, lorsqu'ils sont humides, à une température relative plus élevée.

Ils affectent tous trois la même forme cristalline, celle de longs prismes transparens; seulement le cyanure de brome, abandonné à lui-même, éprouve un changement: les longues aiguilles sous lesquelles il se montre dès les premiers momens de sa préparation, se convertissent en cubes qui, vu la grande volatilité de ce corps, se fixent et se groupent, souvent du jour au lendemain, vers le point du vase qui, par sa position ou par une circonstance quelconque, est le plus froid.

On voit enfin que le cyanure de mercure avec le chlore donnent des produits différens selon que l'action qu'ils exercent l'un sur l'autre a lieu dans l'obscurité ou à la lumière solaire; que, dans le premier cas, s'ils sont humides, ils se transforment en totalité en cyanure de chlore et en bi-chlorure de mercure; que, dans le second, le cyanure de mercure est dissous, et selon la plus ou moins grande vivacité des rayons solaires, on a, s'ils sont très-intenses, peu de cyanure de chlore, et beaucoup proportionnellement d'un liquide jaune considéré comme un mélange de chlorure, d'azote et de proto-chlorure de carbone; que ce liquide peut être converti entièrement, par des distillations répétées sur du marbre, en azote et acide carbonique, en perchlorure de carbone, en proto-chlorure de carbone et en acide hydro-chlorique, dont une partie reste combinée avec ce dernier, formant avec lui un corps oléagineux, incolore, très-piquant, surnageant souvent l'eau, et

raison de son union à de l'acide hydro-chlorique qui diminue sa pesanteur spécifique, étant soluble dans l'alcool comme le perchlorure, de laquelle dissolution il est précipité également comme lui par l'eau.

En finissant, j'ai l'honneur de faire observer à l'Académie, ainsi que je l'ai déjà fait à l'occasion de mes Mémoires sur les cyanures de brome et d'iode, que l'étude de ce genre de corps présente beaucoup de difficultés, parce qu'ils sont très-volatils, parce qu'ils sont excessivement délétères, et que de telles recherches ne peuvent être suivies avec toute la persévérance qu'elles exigent sans de graves inconvéniens pour la santé. Ma remarque n'a point pour objet de relever aux yeux de l'Académie le mérite de mon travail, mais seulement pour appeler son indulgence sur ce qui peut y manquer, sur ce que je reconnais moi-même y manquer.

Paris, le 2 juillet 1827.

BROMURE *de Sélénium.*

PAR M. SÉRULLAS.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 16 juillet 1827.)

LE sélénium se combine au brome en beaucoup de proportions; cependant j'ai cru remarquer que 5 parties de brome sur 1 partie de sélénium donnaient un composé plus stable.

On verse le brome sur le sélénium en poudre contenu dans un tube de verre un peu large, afin que le

sélénium présente plus de surface. La combinaison s'opère vivement avec un bruit semblable à celui produit par l'immersion d'un fer rougi dans l'eau ; il y a développement de beaucoup de chaleur ; tout est solidifié à l'instant. On réussit également en versant le sélénium sur le brome.

Le bromure de sélénium a l'aspect rouge-brun du phosphure d'iode, et quelques parties sont jaunâtres comme le chlorure d'iode ; il répand des vapeurs à l'air, en exhalant une odeur tout-à-fait analogue à celle du chlorure de soufre.

L'eau le dissout entièrement, sauf quelques flocons de sélénium qui se précipitent. La liqueur filtrée est incolore quand il n'y a pas de brome libre ; elle est fortement acide, et ne contient que de l'acide sélénique et de l'acide hydro-bromique.

Cette dissolution de bromure de sélénium, saturée par la potasse, donne par l'évaporation un mélange cristallisé des deux sels, séléniate et hydro-bromate ; en y versant, soit avant sa saturation par la potasse, soit après, de l'acide hydro-chlorique, le sélénium se précipite en flocons d'un beau rouge de kermès.

Quand on tient plongée dans la dissolution de bromure de sélénium une lame de fer ou de zinc, elle donne lieu à une action assez vive, surtout avec le zinc ; de l'hydrogène se dégage abondamment, du sélénium recouvre en masse la lame métallique, y adhère à la manière d'un métal précipité de sa dissolution par un autre ; en agitant, on détache le sélénium, ainsi qu'une multitude de bulles du gaz qui y sont également retenues. Le sélénium étant séparé par la filtration, on

peut, par le moyen ordinaire, par le carbonate de potasse, transformer l'hydro-bromate de zinc en oxide de zinc qui se sépare, et en hydro-bromate de potasse qui reste en dissolution.

Cette action du zinc ou du fer, dans la dissolution de bromure de sélénium, est la même que celle observée dans le contact de l'un ou l'autre de ces métaux avec l'acide sélénique, dans lequel de l'acide hydro-chlorique a été ajouté.

La désoxigénation du sélénium est opérée; de l'hydrogène est mis en liberté par suite de la décomposition de l'eau. Ne serait-ce qu'une partie de celui-ci, l'autre serait-elle employée à la réduction de l'acide sélénique? Ou bien y aurait-il, comme pour les métaux, formation d'un élément de la pile? Une très-légère odeur de chou pourri s'y fait sentir, caractère attribué à l'oxide de sélénium.

En chauffant fortement le bromure de sélénium, une partie se volatilise et se condense en prenant un aspect jaune, l'autre se décompose en brome et en sélénium.

Le défaut de matériaux ne m'a pas permis de donner plus d'extension à l'étude de ce nouveau composé.

HAIDINGÉRITE, *minerai d'antimoine d'Auvergne d'espèce nouvelle.*

PAR Mr P. BERTHIER.

IL existe du sulfure d'antimoine en une multitude de lieux, dans la formation de gneis qui occupe l'Au-

vergne : on l'y trouve tantôt en filons réglés, tantôt en veines et tantôt en amas; mais si les gîtes sont très-multipliés, malheureusement ils sont en même temps presque toujours peu productifs : aussi les exploitans sont-ils obligés d'en attaquer un grand nombre à la fois pour pouvoir maintenir l'extraction sur un pied uniforme.

Le sulfure d'antimoine d'Auvergne est en général assez pur, et l'on en retire du régule de bonne qualité; mais, il y a quelques années, on en a découvert, auprès du village de Chazelles, un nouveau filon qu'on s'est trouvé bientôt contraint d'abandonner, parce que le minerai qu'il fournissait ne donnait aux fabricans de régule qu'un antimoine terne dont les consommateurs n'ont pas voulu faire usage. L'exploitant m'ayant remis quelques échantillons de ce minerai, j'ai reconnu qu'il constitue une espèce distincte et nouvelle, et je lui ai donné le nom d'*haidingérite*, en l'honneur de M. Haidinger, savant minéralogiste, habitant d'Edimbourg, qui enrichit chaque jour la science par ses recherches, et dont j'ai l'avantage d'être l'ami.

L'haidingérite ne s'est pas encore rencontrée sous des formes régulières; mais elle présente, dans quelques cavités, des rudimens de cristaux prismatiques, qui, quoique n'étant pas rigoureusement déterminables, suffisent cependant pour qu'on puisse s'assurer que sa forme principale n'est pas la même que celle du sulfure d'antimoine. Le nouveau minéral est ordinairement en masses confusément lamellaires, mêlé de quarz hyalin, de chaux carbonatée ferrifère blonde et de pyrite

en grains cubiques. Sa couleur est le gris de fer : sa surface est souvent couverte de teintes irisées. Il n'a pas, à beaucoup près, autant d'éclat que le sulfure d'antimoine, et sa nuance ne tire pas du tout sur le bleu. Il ne fait pas éprouver le moindre mouvement à l'aiguille aimantée. Je n'ai pas pu m'en procurer des morceaux assez purs pour pouvoir en prendre la pesanteur spécifique.

J'en ai purifié une certaine quantité pour l'analyse, en pilant, tamisant et lavant à l'augette à main; par ce moyen, j'en ai séparé la plus grande partie du quarz et de la pyrite, et la totalité de la chaux carbonatée.

Au chalumeau, la poudre se fond aisément; mais elle ne présente aucun caractère particulier. L'acide muriatique l'attaque aisément; l'action commence à avoir lieu, même à froid; il se dégage du gaz hydrogène sulfuré pur, et tout se dissout, à l'exception d'une petite quantité de quarz et de pyrite de fer, mais sans aucun dépôt de soufre : la liqueur ne tient en dissolution que de l'antimoine, du fer et une très-petite quantité de zinc. Ces caractères démontrent suffisamment que l'haidingérite est composée de sulfure d'antimoine et de sulfure de fer, et que les deux métaux s'y trouvent au *minimum* de sulfuration.

J'ai procédé à l'analyse comme il suit : pour doser le soufre, j'ai chauffé au creuset d'argent 4 gr. de la poudre bien porphyrisée avec 20 gr. de carbonate de soude sec et 10 gr. de nitre : la réaction a commencé à se manifester à la chaleur sombre, mais sans défla-

gration ni boursoufflement. A la chaleur rouge, la matière est entrée en pleine fusion bien liquide. Après avoir délayé dans l'eau et bien lavé, il est resté sur le filtre de l'antimoniate de fer d'un rouge d'ocre pâle, et qui, à en juger par son poids, devait retenir de la potasse en combinaison. La dissolution, mise en ébullition après avoir été saturée d'acide nitrique pur, afin d'en expulser l'acide carbonique, a donné avec le muriate de baryte un précipité de sulfate de baryte, d'après le poids duquel il a été facile de déterminer la proportion du soufre.

Pour doser le quarz et la pyrite, on a fait bouillir une certaine quantité du minéral en poudre avec de l'acide muriatique concentré; on a fait sécher le résidu et on l'a pesé; puis on l'a traité par l'eau régale, on l'a calciné et on a pesé de nouveau : la matière insoluble était du quarz pur : on a eu la proportion de la pyrite par différence.

J'ai cherché la proportion de l'antimoine et du fer de deux manières :

1°. J'ai fait dissoudre, par le moyen de l'acide muriatique, une certaine quantité d'haidingérite que j'avais placée dans une cornue dont le bec plongeait dans un vase contenant de l'eau : j'ai remarqué que vers la fin de l'opération il s'est formé dans ce vase un dépôt brun floconneux de sulfure d'antimoine; la quantité en était très-petite, mais je l'ai appréciée. La production de ce sulfure vient de ce qu'au moment où la dissolution a acquis un certain degré de concentration, les vapeurs muriatiques qui s'en dégagent entraînent avec elles une

petite quantité de chlorure d'antimoine qui, se condensant dans de l'eau déjà chargée d'hydrogène sulfuré, doit se décomposer immédiatement. J'ai ajouté beaucoup d'eau à la dissolution fortement rapprochée, pour en précipiter la plus grande portion de l'antimoine à l'état d'oxi-chlorure dont la composition est connue. Cet oxi-chlorure était mêlé avec le quarz et la pyrite; mais on a vu que la proportion de ces substances avait été préalablement déterminée.

Le reste de l'antimoine a été précipité de la dissolution par le moyen d'un courant de gaz hydrogène sulfuré : après quoi, la liqueur a été rapprochée et mise en ébullition avec de l'acide nitrique pour amener le fer à l'état de péroxide, et l'on en a précipité ce péroxide par l'ammoniaque en excès : la dissolution ammoniacale a donné ensuite un léger précipité blanc de sulfure de zinc lorsqu'on y a versé quelques gouttes d'un hydro-sulfate alcalin.

2°. Après avoir dissous l'haidingérite comme il vient d'être dit, j'ai ajouté de l'acide tartrique à la dissolution, comme l'a indiqué Mr H. Rose, et je l'ai ensuite étendue d'eau; elle ne s'est pas troublée, et j'ai pu en précipiter la totalité de l'antimoine à l'état de sulfure par le moyen de l'hydrogène sulfuré : j'ai pesé ce sulfure encore chaud, et je me suis assuré, en le dissolvant dans l'acide muriatique, qu'il ne contenait pas d'excès de soufre. Le fer a été dosé ensuite par l'ammoniaque.

Le résultat moyen de plusieurs analyses a été :

Quarz.........	0,032 ;
Pyrite de fer...	0,032 ;
Soufre.........	0,283 ;
Antimoine......	0,483 ;
Fer...........	0,149 ;
Zinc...........	0,003 ;
	0,982 ;

ou indépendamment de la gangue,

Soufre....	0,393,	ce qui donne Sulfure d'antimoine.	0,715;
Antimoine.	0,520,	Proto-sulfure de fer.	0,255;
Fer.......	0,160,	Sulfure de zinc.....	0,005.
Zinc......	0,003.		0,975.
	0,986.		

D'après ce résultat, il est évident que l'haidingérite se compose de 4 atomes de sulfure d'antimoine et de 3 atomes de proto-sulfure de fer ; car, dans cette supposition, le calcul donne :

Soufre....	0,2985-18 at.	ou Sulfure d'antimoine.	0,732-4 at.
Antimoine.	0,5330- 4 at.	Proto-sulfure de fer.	0,268-3 at.
Fer......	0,1685- 3 at.		1,000.
	1,0000.		

Sa formule est donc $3fS^2 + 4SbS^3$. Cette formule, compliquée en apparence, exprime cependant un rapport très-simple ; car elle fait voir que l'haidingérite est constituée de telle manière que dans le sulfure négatif (le sulfure d'antimoine) il y a deux fois autant de soufre que dans le sulfure positif (le sulfure de fer); le même rapport s'est déjà présenté dans la jamme-

sonite, analysée par Mr H. Rose, et qui est composée de 4 atomes de sulfure d'antimoine, combinés avec 3 atomes de sulfure de plomb.

L'existence de l'haidingérite, comme espèce particulière, ne paraît pas pouvoir être contestée ; car, d'abord, les sulfures dont elle se compose s'y trouvent en proportions atomiques et dans un rapport simple ; en second lieu, l'un de ces sulfures, le sulfure d'antimoine se trouve bien à l'état isolé dans la nature, mais l'autre sulfure, le proto-sulfure de fer n'existe pas sous cet état, puisque la pyrite magnétique, qui est le moins sulfuré de tous les sulfures de fer natifs, est une combinaison de proto-sulfure et de persulfure. Enfin, comme le proto-sulfure de fer est très-fortement magnétique, s'il n'était que mélangé au sulfure d'antimoine dans le minéral de Chazelle, il communiquerait certainement à ce minéral la propriété de faire mouvoir l'aiguille aimantée : or, j'ai déjà fait observer que l'haidingérite ne possède pas cette propriété ; il y a donc combinaison entre les deux sulfures.

On imite très-facilement l'haidingérite par synthèse ; les deux sulfures d'antimoine et de fer peuvent se combiner en toutes proportions à la température de leur fusion, et il est probable qu'on les trouvera aussi dans la nature unis en d'autres proportions que dans le minéral de Chazelle.

Dans les fabriques de France, pour préparer le régule d'antimoine, on est dans l'usage de griller le sulfure au four à réverbère, et de fondre ensuite la matière grillée dans des creusets avec du carbonate de potasse et du charbon. Il est clair qu'en appliquant ce procédé,

comme on l'a fait, à l'haidingérite, on ne pouvait pas en extraire de l'antimoine pur; car la matière grillée est un mélange d'oxide d'antimoine et d'oxide de fer : or, ces deux oxides étant presqu'aussi facilement réductibles l'un que l'autre, et les deux métaux ayant une grande tendance à se combiner, il doit se produire avec les flux réductifs de l'antimoniure de fer : c'est effectivement ce qui a lieu, et je me suis assuré, par des expériences en petit, qu'il ne reste pas la plus petite trace de fer dans les scories quand le minerai a été complètement désulfuré par le grillage.

Il sera très-facile d'ailleurs d'extraire de bon régule du minerai de Chazelle, et comme le gîte est abondant, il est à souhaiter qu'on ne tarde pas à en reprendre l'exploitation. J'ai publié, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, t. xxv, p. 379, plusieurs procédés que l'on pourra employer. Le plus facile à exécuter consisterait à fondre les minerais dans des creusets ou dans des fours à réverbère, avec addition de fer et d'un peu de sulfate de soude mêlé de charbon. En n'ajoutant que la proportion de fer strictement nécessaire, l'antimoine serait seul désulfuré, et le sulfure de fer qui se trouve dans le minerai, ainsi que celui qui résulterait de la réaction du fer métallique sur le sulfure d'antimoine, resterait en totalité dans la scorie, rendue très-fluide par la présence du sulfure de sodium.

La proportion rigoureuse de fer à employer serait de 6 atomes pour 1 atome de minerai pur, ou 337 pour $\frac{o}{o}$; mais il serait convenable de se tenir toujours au-dessous de cette proportion, au risque de perdre un peu de sulfure d'antimoine dans les scories, parce que, s'il y

avait excès de fer, il s'en combinerait une certaine proportion avec l'antimoine, ce qui en altérerait beaucoup la qualité.

SUITE DU MÉMOIRE INTITULÉ :

De *la Construction des Appareils* (burners) *destinés à brûler le gaz de l'huile et celui du charbon, et des circonstances qui influent sur la lumière émise par les gaz pendant leur combustion, avec quelques observations sur leur pouvoir éclairant relatif, et sur les différentes méthodes de l'estimer.*

Par MM. Robert Christison et Edward Turner.

II. Nous allons maintenant passer à la considération des diverses parties des becs qui peuvent avoir de l'influence sur la lumière des gaz, et nous nous occuperons d'abord du diamètre du trou des jets.

En raisonnant d'après les principes établis plus haut, on doit en conclure que dans un simple jet, le diamètre de l'ouverture doit être assez grand pour assurer la complète combustion du gaz, mais non pour la rendre plus vive qu'il n'est nécessaire pour cet effet. Si le trou est trop grand, la combustion sera incomplète : la flamme étant alors trop large, la portion exposée à l'air se trouve trop petite ; le charbon provenant de la décomposition du gaz n'est pas tout brûlé, la flamme fume ou prend une couleu brune. Si le trou est trop petit, la flamme qui en proviendra, présentant

beaucoup de surface à l'air, brûlera trop vivement et le gaz ne subira pas de décomposition préalable. C'est pour cela qu'en brûlant du gaz de l'huile dans un bec de gaz au charbon, la flamme est brune et produit de la fumée. En brûlant, au contraire, du gaz de charbon dans un bec à gaz d'huile, la flamme sera blanche; mais il y aura moins de lumière produite que s'il eût brûlé dans son propre bec.

Les auteurs admettent que, pour brûler avec avantage le gaz du charbon dans un bec à simple jet, le diamètre de $\frac{1}{28}$ de pouce est le plus convenable; ils n'ont pas fait cependant d'expériences exactes sur cet objet. Quant à un gaz d'huile d'une densité de 944, les proportions de lumière données par des flammes de 3 pouces et par des trous de $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{70}$ et $\frac{1}{45}$ de pouce, étaient, pour une égale dépense de gaz, 85, 97 et 100; d'où il faut conclure qu'en consumant un gaz d'huile dont la densité se trouverait entre 900 et 1000, le diamètre pour les trous du bec doit être de $\frac{1}{45}$ de pouce. Des trous plus petits ont en outre l'inconvénient d'être facilement éteints.

Quant au diamètre des trous, dans le bec d'Argand, les expériences de MM. C. et T. prouvent qu'il doit décroître suivant la qualité du gaz et à raison du nombre de trous; le diamètre qui leur a paru le plus convenable pour le gaz de la houille dont la densité est d'environ 600 et lorsque les trous sont au nombre de 10 dans un cercle de $\frac{3}{10}$ de pouce de rayon, est $\frac{1}{32}$ de pouce. Le diamètre le plus convenable pour le gaz à l'huile dépendra beaucoup de sa qualité. Lorsqu'il y a 15 trous dans un cercle de $\frac{3}{10}$ de pouce de

rayon pour un gaz d'une densité de 900 à 1000, leur diamètre doit être de $\frac{1}{50}$ de pouce. Pour une densité de 680, le diamètre le plus économique est de $\frac{1}{40}$ de pouce. Si, dans ce cas, le diamètre était poussé jusqu'à $\frac{1}{30}$, on faisait une perte de lumière de 6 p. $\frac{0}{0}$: si on diminuait le diamètre jusqu'à $\frac{1}{50}$, la perte était de 18 p. $\frac{0}{0}$; et si le diamètre n'était plus que de $\frac{1}{60}$, la perte était de 39 p. $\frac{0}{0}$. Lorsque la densité du gaz était de 778, on obtenait la même lumière avec des diamètres de $\frac{1}{40}$ et $\frac{1}{50}$ de pouce; avec un diamètre de $\frac{1}{30}$, la perte était de 11 p. $\frac{0}{0}$, et avec un diamètre de $\frac{1}{60}$ de 20 p. $\frac{0}{0}$. Ainsi, pour ce genre de gaz, le diamètre le plus convenable est de $\frac{1}{45}$. Cependant les auteurs se déterminent à adopter $\frac{1}{50}$ de pouce pour le diamètre des trous des becs d'Argand quand le gaz d'huile a une densité comprise entre 900 et 1000. Mais on voit que les expériences conduisent à cette remarque importante, qu'on perd beaucoup moins en faisant les ouvertures un peu plus larges qu'en les rendant plus étroites qu'elles ne doivent être.

Le point le plus important auquel on doive faire attention en perçant les trous, c'est de les rendre uniformes. Toutes les fois que quelques-uns sont plus larges que les autres, quoique la différence soit très-petite, la flamme a une tendance à s'élever du côté des trous les plus larges. Par conséquent, avant que la flamme arrive à la hauteur convenable, ces points plus élevés deviennent bruns et donnent de la fumée, et si la flamme est baissée, on ne produit pas la lumière avec le plus d'économie possible. Un bec de gaz d'huile ne doit jamais être reçu des mains de l'ouvrier si la flamme, à la hauteur de 2 pouc. $\frac{1}{2}$, ne s'élève pas également de tous les côtés.

Le dernier point à considérer dans la construction des becs, est les distances respectives auxquelles les trous des jets doivent être placés. Lorsque quelques jets sont unis comme dans un bec d'Argand, la lumière augmente dans un plus grand rapport que la dépense. M. Brande a fait déjà cette observation dans une Note insérée dans les *Transactions philosophiques* de 1820. Il remarque qu'un seul jet de gaz olétiant, donnant de la lumière comme une bougie, consumait 640 pouces cubiques, tandis que dans un bec d'Argand, douze trous donnent une lumière égale à celle de dix bougies, la consommation n'étant que de 2600 pouc. cub., au lieu de 6400; d'où l'on voit que, pour des dépenses égales, la lumière fournie dans le premier cas était à celle fournie dans le second, dans le rapport de 100 à 246. Pour le gaz de l'huile, il trouva, dans les mêmes circonstances, 100 à 164.

Les auteurs trouvent que ces rapports ne sont pas exacts, parce que M. Brande n'a pas opéré avec le jet seul, dans les circonstances les plus favorables à la production de la lumière. Ils ont trouvé que lorsque le gaz d'huile brûle à la hauteur la plus favorable dans les jets isolés et dans les becs d'Argand de la meilleure construction, les rapports de lumière déduits d'un grand nombre d'expériences, varient de 100:140 jusqu'à 100:150. Le rapport est à peu près le même pour le gaz du charbon.

L'avantage qui résulte de la combinaison des jets dans le bec d'Argand, dépend de la distance qui sépare les trous. Lorsqu'ils sont tellement distans que leurs flammes ne peuvent pas se réunir, il n'y a aucun profit;

mais il ne faudrait pas croire, comme semble le dire M. Brande, que le plus grand avantage possible est obtenu quand les flammes sont simplement en contact. La série suivante d'expériences faites avec le gaz de l'huile, prouve le gain progressif qu'on obtient en rapprochant les trous, et établit la limite à laquelle il s'arrête. Des becs, dont le cercle des trous avait $\frac{6}{10}$ de pouce de diamètre, portant le n° 2 de la Compagnie du gaz d'huile d'Edimbourg, étaient percés à 8-10-15-20 et 25 trous de $\frac{1}{50}$ de pouce de diamètre; dans chacun de ces différens becs, le gaz se brûlait avec la hauteur de flamme la plus favorable; les nombres suivans présentent les rapports de la lumière et de la dépense de ces becs comparées à celles d'un jet de 4 pouces dont la lumière et la dépense sont représentées par 100.

Bec à....	8 trous.	10 trous.	15 trous.	20 trous.	25 trous.
Lumière.	360	360	391	409	382
Dépense.	367	318	296	289	275

d'où l'on conclut les nombres suivans pour des lumières répondant à une dépense égale à celle des jets exprimée par 100 :

98	118	132	141	139.

La distance la plus avantageuse pour des trous de $\frac{1}{50}$ de pouce est donc de $\frac{9}{100}$ de pouce. On peut remarquer qu'à cette distance, quelque courte que soit la flamme, fût-elle à peine visible, elle forme un anneau uniforme où chaque jet ne se distingue pas. Ceci pourrait servir de règle pour placer les trous dans la construction de tous les becs. Il est nécessaire d'observer cependant que, pour une Compagnie publique, des

becs dans lesquels la distance des trous est si petite, sont sujets à un inconvénient matériel dont on fera mention lorsqu'il sera question de l'influence de la cheminée de verre. A cause de cet inconvénient, les auteurs recommandent pour les Compagnies publiques une distance entre les trous de $\frac{12}{100}$ de pouce. Les becs qui ont servi dans les expériences précédentes devraient donc avoir 15 trous.

La cause de la supériorité des becs d'Argand sur les jets, doit être cherchée dans le même principe qui a été appliqué plus haut à l'explication de l'influence de la longueur de la flamme et du diamètre des trous des jets. M. Brande a suivi l'idée généralement reçue, en attribuant cette supériorité à ce que la combustion est plus parfaite dans le bec d'Argand, parce que le courant central de l'air est rendu plus rapide par le tube de verre entourant la flamme. (*Philos. Trans.*, 1820, p. 22.) On a vu cependant que le rapport de la lumière à la dépense n'est pas toujours augmenté par de pareils moyens; en tout cas, une explication plus correcte serait que la flamme étant plus complètement unie à partir de la base, une plus faible portion de sa surface est exposée à l'action de l'air; moins d'air est aussi mêlé avec le gaz à sa sortie, et par conséquent moins de gaz est brûlé sans avoir subi une décomposition préalable.

On peut remarquer, en examinant un bon bec d'Argand, que la base de lumière bleue qui, comme on l'a dit, est formée par le gaz brûlé tout d'un coup à l'état de gaz, est proportionnellement plus courte que dans un jet, et que le corps de la flamme n'a pas de marge

bleue comme dans le jet. Cette différence est encore plus sensible en comparant un bon bec d'Argand avec un bec semblable, mais dont les trous seraient placés à une trop grande distance. Dans le premier, le corps de la flamme est d'une couleur blanche sans mélange, et la base bleue est courte ; dans l'autre, la base bleue est longue, et une partie considérable du corps de la flamme est formée de bandes bleues et blanches. Les bandes bleues s'amoindrissent en longueur et en largeur à mesure que les trous sont percés de plus en plus près les uns des autres, et à la fin elles sont diminuées au point de ne plus former qu'un anneau uniforme à la base. On peut reconnaître que l'existence des bandes bleues a une connexion nécessaire avec la portion plus ou moins grande de la surface de la flamme qui est exposée à l'air, en considérant la forme de la flamme lorsqu'on la coupe dans son milieu avec un morceau de toile métallique : alors, si les trous du jet sont tellement rapprochés que les jets ne puissent se séparer à la plus faible élévation, le cylindre de la flamme sera parfaitement uni ; mais si la flamme est rayée de bleu et formée de jets imparfaitement réunis, la surface tant intérieure qu'extérieure sera cannelée.

La distance que les auteurs assignent pour les trous des jets, diffère considérablement de celle qui est adoptée dans les becs d'Argand employés à présent pour le gaz de l'huile. Les becs de Taylor et Martineau, généralement employés par les Compagnies de gaz de l'huile de Londres, sont les plus parfaits qu'ils aient vus. La distance des trous est la même pour tous ; le diamètre est de 0,15 de pouce. La distance adoptée à Edimbourg, avant que la Com-

pagnie de l'huile commençât ses opérations, était de $\frac{18}{100}$. Par le changement que MM. C. et T. proposent, on pourrait effectuer sur de tels becs une économie de 7 à 15 pour cent, en augmentant l'éclat de la flamme. Les becs de Dublin, dont une grande variété leur a été remise, ne paraissent avoir été percés sur aucun plan régulier : l'un a 5 trous, à une distance de $\frac{25}{100}$ de pouce; un autre 8, à une distance de 0,22; un autre 12, à 0,18; un autre 14, à 0,16; et un autre, enfin, 17, à 0,17 de pouce. La dépense des deux premiers est extrêmement considérable : elle égale celle d'un simple jet; les deux derniers, qui sont les meilleurs, pourraient avoir 6 ou 8 trous de plus à la circonférence.

Il semble qu'on ait donné plus d'attention à la construction des becs du gaz de la houille. Peckston recommande de placer les trous à la distance de 0,16 de pouce. Cette distance est suffisante quand ils ont $\frac{1}{32}$ de pouce de diamètre. Les divers becs de la Compagnie de Glasgow sont construits d'une manière analogue; la distance moyenne des trous est de 0,18. Il n'est pas aisé de concevoir ce qui peut avoir décidé la Compagnie d'Edimbourg à construire des becs dans lesquels cette distance est de 0,25, et même de 0,37. Dans ces derniers, la dépense, pour une quantité donnée de lumière, est à peu près aussi grande que dans un simple jet.

Les becs de gaz de la houille n'exigent pas un si grand nombre de trous que ceux du gaz de l'huile, parce que dans les premiers, on peut compenser par la grandeur de l'ouverture des trous, la diminution du nombre, de telle manière que les jets s'unissent parfai-

tement et forment un cylindre de flamme régulier. Si les trous étaient trop petits, on devrait en augmenter le nombre, et entre certaines limites la compensation serait assez exacte. Si cependant les trous étaient trop étroits, il y aurait une perte, parce qu'une trop grande surface de la flamme serait exposée à l'air. C'est pour cette raison qu'on éprouve une perte en brûlant le gaz du charbon dans des becs arrangés pour le gaz d'huile. D'un autre côté, le gaz de l'huile brûlerait avec une flamme parfaitement unie dans un bec dont le nombre des trous serait moindre qu'il n'a été dit, pourvu qu'ils fussent plus larges; mais alors la flamme aurait une teinte jaune, parce que le charbon résultant de la décomposition préalable du gaz, ne pourrait pas brûler avec une intensité suffisante. Il a semblé aux auteurs du Mémoire, quoiqu'ils ne l'aient pas établi positivement, qu'en prenant la dépense en considération, la flamme jaune ainsi formée, donne plus de lumière que la flamme blanche produite par des ouvertures plus petites et plus nombreuses.

Les questions qui restent à considérer dans la construction des becs, sont moins importantes et plus faciles; elles concernent surtout le rayon du cercle des trous, la largeur du bord, le diamètre du conduit central de l'air.

Le diamètre du cercle des trous ou le contour du bec est déterminé par le nombre des trous. Les becs employés par la Compagnie de gaz d'huile d'Edimbourg, ont 10, 15, 20 et 25 trous, et par conséquent leurs cercles ont $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{10}$, $\frac{6}{10}$ et $\frac{95}{100}$ de pouce de diamètre.

La longueur du bec n'est pas très-importante; elle influe seulement un peu sur le courant central de l'air.

Les becs de la Compagnie du gaz de l'huile d'Edimbourg ont 1 pouce et $\frac{3}{4}$ de long.

La largeur du bord ne peut pas être grande, parce que, dans ce cas, l'air tombe à angle droit sur la colonne du gaz, la rompt, se mêle à lui, et fait qu'une grande quantité brûle sans décomposition préalable. Dans les becs que les auteurs ont recommandé, la largeur du bord est de $\frac{12}{100}$ de pouce. On peut quelquefois avec avantage le faire plus étroit.

Le diamètre du trou de l'air, s'il est cylindrique, est nécessairement réglé par le cercle des trous; mais quand ce dernier augmente, le courant d'air augmente dans une plus grande proportion que le flux du gaz. Ainsi la dépense des quatre becs qui ont été cités plus haut, est dans le rapport de 100 à 177, 280 et 366, pendant que le courant d'air est dans le rapport de 100 à 255, 447 et 631 : de là il résulte, par les raisons qui ont été exposées plus haut, qu'il serait avantageux de diminuer le courant d'air, en donnant au canal, dans les becs larges, la forme d'un cône tronqué renversé. Lorsque les becs doivent être employés par les consommateurs d'une Compagnie publique, il devient nécessaire de rendre le canal de l'air plus large qu'il ne le faudrait pour une combustion complète du gaz, à cause de circonstances qu'on doit prendre en considération, et qui vont être exposées dans le paragraphe suivant, consacré à l'influence qu'exerce la cheminée sur le rapport entre la lumière et la dépense du gaz.

Deux objets sont remplis par la cheminée de verre: elle rend la flamme tranquille, elle anime la combustion.

D'après ce qui a été dit plus haut concernant l'effet produit par l'activité de la combustion, il est évident qu'il doit y avoir un certain point au-delà duquel cette activité ne serait pas augmentée sans perte de lumière. Ce point ne peut être obtenu qu'en adoptant de certains rapports entre la distance des trous de jet, le diamètre de l'ouverture de l'air et la forme de la cheminée de verre; par conséquent aucun de ces objets ne peut varier sans entraîner quelque changement dans le reste: on ne saurait, par exemple, adopter pour la cheminée ni une forme ni une proportion qui répondissent bien à chaque espèce de bec.

Si le bec est construit de manière que le gaz soit parfaitement consumé sans aucun verre, sa lumière ne peut être augmentée par la cheminée, quelle que soit sa forme. Tel est le cas de tous les becs dont le trou de l'air est large et les trous de jet fort éloignés. Par exemple, le bec d'Edimbourg à cinq trous, donne autant de lumière avec une flamme nue qu'avec aucune espèce de cheminée. Les trous de jet y sont si éloignés que leur flamme peut s'élever à 1 pouce sans qu'elles se réunissent, et l'air peut circuler librement autour pour brûler le gaz complètement. Par conséquent, le seul usage de la cheminée pour un pareil bec est de rendre la flamme tranquille. Pour obtenir cet effet sans rendre la combustion trop vive, la cheminée doit être très-large. Celle qu'on emploie dans l'usage ordinaire a 6 pouces de long et de $1^p,6$ de diamètre; elle remplit bien l'objet. Si son diamètre était diminué jusqu'à $1^p,3$ ou 1,2, la flamme deviendrait plus courte et plus brillante; mais en même temps la lu-

mière diminuerait dans le rapport de 100 à 80 et 66.

Le bec à dix trous d'Edimbourg est aussi construit de manière à donner presqu'autant de lumière avec et sans cheminée, et par conséquent il en exige une très-large. Celle qui lui est généralement appliquée a de 1p,9 à 2 pouc. de diamètre; elle est à peine assez large. Si la lumière qu'il fournit avec cette cheminée est représentée par 100, elle est diminuée jusqu'à 81 avec une cheminée large de 1p,6, et à 66 quand le diamètre est 1p,3. Mais le verre avec lequel on obtient la lumière la plus grande et la flamme la plus tranquille est une cheminée resserrée en un tube étroit au sommet de la flamme : le cylindre inférieur a 4 pouces de long et 1p,7 de large, et le supérieur 3 pouces de long sur 1p,1 de large. Avec un pareil verre, la lumière est portée à 115, et la flamme est parfaitement tranquille.

Quand les trous d'un bec sont très-nombreux, de manière que les jets se trouvent unis à la naissance de la flamme, et que l'ouverture de l'air est en même temps petite, on observe en allumant le gaz et en augmentant graduellement son écoulement sans employer de cheminées de verre, que la flamme se contracte par degrés à l'extrémité, et qu'enfin elle se réunit à environ 1 pouce du centre du bec; dans cet état, la flamme est jaune, et si on la rend plus longue, en augmentant le flux du gaz, elle devient brune et fume. La raison en est évidente; cela tient à ce que, tandis que la surface extérieure de la flamme brûle convenablement, la portion intérieure du gaz, décomposée par la chaleur, n'est pas consumée. L'air ne peut pas pénétrer,

à travers les jets, de l'extérieur de la flamme à l'intérieur, et le courant d'air central est trop faible. Dans un tel bec, il est nécessaire d'attiser la combustion par l'augmentation du courant central de l'air, et c'est ce que produit la cheminée de verre. Mais la rapidité du courant central croît à mesure que la distance entre la flamme et la cheminée s'amoindrait, ou, en d'autres termes, à mesure que le diamètre de la cheminée diminue; conséquemment, si ce diamètre est diminué successivement, la flamme brune fumante dont nous venons de parler, devient plus brillante; le point où elle se contracte s'élève de plus en plus; enfin le sommet s'ouvre, et la flamme devient tout-à-fait cylindrique. Si l'expérience est poussée plus loin en employant des verres d'un diamètre de plus en plus petit, l'intensité de la lumière va en augmentant, mais en même temps la flamme devient plus courte. En raisonnant d'après le principe précédemment exposé, nous devons présumer que par rapport à la dépense, la plus grande lumière sera émise quand la flamme est parfaitement ouverte, et que la combustion ne peut plus alors être excitée sans perte. Cette conclusion est parfaitement conforme au résultat de l'expérience directe.

Comme exemple de formes de cheminées qui conviennent à différens genres de becs, les auteurs citent celles qu'ils ont trouvées les meilleures pour les becs dont ils se sont servis dans leurs expériences sur l'effet du rapprochement des trous du jet. Les becs à 8 et à 10 trous donnent le *maximum* de lumière avec un verre d'un pouce et demi de diamètre. Quand le nombre des trous est porté à quinze, il est néces-

saire de diminuer ce diamètre jusqu'à 1P,2. La même cheminée convient assez bien quand le nombre des trous est de vingt ; mais lorsqu'il arrive à vingt-cinq, le diamètre le plus favorable est d'un pouce seulement.

La hauteur à laquelle la flamme peut être portée sans fumer, ou l'élévation à laquelle elle donne le plus de lumière relativement à la dépense, diffère beaucoup dans tous ces becs; dans le bec à 8 trous, le *maximum* de lumière est à 4 pouces ; dans celui de 10 trous. à 3 $\frac{1}{2}$; dans le bec de 15 trous et dans celui de 20, à 2 $\frac{1}{4}$; dans le bec de 25 trous, enfin, à 2 pouces seulement. Il est singulier que toutes ces flammes émettent presque la même quantité de lumière, ainsi qu'on peut le voir en jetant les yeux sur les nombres obtenus par les auteurs. Cependant, la flamme du dernier bec n'a que la moitié de la surface de celle du premier : par conséquent, à surfaces égales, celle-ci donne deux fois plus de lumière que l'autre ; aussi leur différence, jugée directement par les yeux, est très-frappante. La flamme du bec à 8 ou à 10 trous est rayée de bleu et vacillante; celle du bec à 15 et à 20 trous est tranquille, unie, sans bandes bleues, et d'un éclat particulier semblable à celui des étoiles ; mais celle du bec à 25 trous qui, pour une égale surface, donne un cinquième de plus de lumière que la précédente, est la plus belle et la plus brillante que nos auteurs aient jamais vue ; ils ont aussi prouvé qu'elle était la plus économique.

Après avoir examiné les principales circonstances qui influent sur la lumière donnée par le gaz de l'huile et du charbon pendant leur combustion, les auteurs résument

en peu de mots tout ce qu'ils ont démontré sur cette partie de leur sujet, dans la vue de donner des règles précises pour la construction des becs.

Quand le diamètre des trous de jet est petit, la flamme a des bandes bleues; quand il est grand, des bandes jaunes. Le diamètre qui convient le mieux pour le gaz du charbon, en supposant que sa densité soit comprise entre 550 et 660, est $\frac{1}{23}$ de pouce; pour le gaz d'huile dont la densité serait entre 900 et 1000, le meilleur diamètre est $\frac{1}{50}$ de pouce.

Si la distance entre les trous des jets est trop grande, les jets de flamme ne se réunissent pas, et la flamme est rayée en bleu; s'ils sont rapprochés jusqu'à ce que les jets soient complètement réunis, la flamme est plus brillante et uniforme.

Quand l'ouverture centrale de l'air est petite, la flamme tend à devenir brune et à brûler imparfaitement; quand cette ouverture est grande, la flamme, au contraire, brûle avec éclat et avec trop de vivacité.

Quand les trous des jets sont larges et rapprochés et que l'ouverture centrale de l'air est petite, la cheminée doit être étroite *et vice versâ*.

Finalement, la lumière la plus brillante et en même temps la plus économique, est fournie par le bec dont les trous sont très-nombreux, l'ouverture de l'air petite et la cheminée étroite.

Si, dans le choix d'un bec, on ne consultait que la beauté de la lumière et l'économie, les auteurs n'hésiteraient pas à recommander celui qui serait construit sur les principes du bec à 25 trous décrit plus haut; mais malheureusement le verre est si près de la flamme

que la plus légère agitation de l'air, le plus petit mouvement du verre, une augmentation dans le courant de gaz, le font fumer et la cheminée se brise. Par cette raison, il ne peut pas être employé par les consommateurs d'une Compagnie publique, car il serait nécessaire que chacun réduisît la flamme de son bec toutes les fois que quelques lumières seraient éteintes dans le voisinage.

Pour remédier à cet inconvénient, les becs d'une Compagnie publique doivent toujours être construits de manière à brûler le gaz avec quelque perte. C'est pour cette raison que MM. C. et T. recommandent que le nombre de trous dans un cerle de $\frac{6}{10}$ de pouce de diamètre n'excède pas 15. La cheminée de verre, pour les quatre espèces de becs qui ont été mentionnés plus haut, doit avoir pour largeur $\frac{8}{10}$, $\frac{12}{10}$, $\frac{13}{10}$ et $\frac{15}{10}$ de pouce, avec une hauteur d'environ 6 pouces. Comme l'ouverture du premier de ces verres serait trop petite en bas à cause de la petite croix métallique qui le supporte, on peut l'élargir un peu dans cette partie.

III. Le dernier point qui reste à considérer est le pouvoir éclairant relatif du gaz de l'huile et du gaz du charbon.

Pour cette détermination, diverses méthodes plus simples que la mesure directe de la lumière ont été proposées. Ces méthodes sont toutes déduites plus ou moins directement des Mémoires du Dr Henry de Manchester sur la composition des gaz propres à l'éclairage. Il a trouvé que ces gaz contiennent un gaz dense, le gaz oléfiant, qui brûle avec une flamme blanche brillante, et d'autres gaz, tels que l'oxide de carbone, l'hydrogène proto-carboné et l'hydrogène, qui sont en général

plus légers que le gaz oléfiant, et qui donnent très-peu de lumière pendant leur combustion. Il a montré en même temps que la proportion de gaz oléfiant peut être estimée, d'un côté, par la quantité d'oxigène nécessaire pour brûler dans la détonnation le gaz de l'huile ou du charbon ; et de l'autre, par la diminution opérée dans le volume du gaz par l'action du chlore dans l'obscurité.

On a déduit de ces recherches trois méthodes pour estimer la lumière comparative produite par les gaz de l'huile et du charbon :

1°. Comme la pesanteur spécifique de ces gaz doit toujours croître avec la quantité de gaz oléfiant qu'ils contiennent, et comme le gaz oléfiant était, dans les idées reçues, le seul ingrédient auquel ils dussent la faculté d'éclairer, on en concluait que le pouvoir éclairant et la pesanteur spécifique doivent suivre un certain rapport. L'expérience seule pouvait déterminer quel est ce rapport. M. Leslie est le seul qui se soit occupé de cet objet; il suppose que ce rapport est un rapport géométrique, c'est-à-dire, que le pouvoir éclairant des gaz est dans le fait comme leur pesanteur spécifique; mais son résultat, ainsi que ce sera bientôt prouvé, est loin d'être exact, même en s'en rapportant aux indications du photomètre; en tout cas, il est très-possible qu'il n'existe aucune relation entre ces qualités, puisque la pesanteur spécifique est susceptible d'être augmentée par la présence de divers gaz qui diminuent au lieu d'augmenter le pouvoir éclairant.

2°. Le Dr. Fyfe a supposé que le gaz oléfiant était non-seulement le principal ingrédient qui produise la lumière dans les gaz de l'huile et du charbon, mais

encore qu'il exprimait par sa quantité la valeur exacte de leur pouvoir éclairant ; par conséquent, il admet que ce pouvoir peut être estimé par l'absorption que le chlore opère dans l'obscurité ; il a comparé les résultats obtenus par ce procedé avec ceux donnés par la mesure directe de la lumière, et il a trouvé qu'ils se correspondaient très-exactement.

Cependant il a été prouvé depuis par M. Dalton, le D[r] Henry et d'autres, qu'il existe dans le gaz de l'huile et probablement aussi dans le gaz du charbon, outre le gaz oléfiant, un autre gaz analogue qui a plus de densité, qui contient plus de carbone, et qui par conséquent doit avoir un pouvoir éclairant bien supérieur. Les auteurs du Mémoire ont eu l'occasion de reconnaître que cette opinion est fondée, car ils ont obtenu un gaz de l'huile qui contenait une proportion d'acide carbonique n'excédant pas 3 pour 100, et qui cependant avait une pesanteur spécifique plus forte que celle du gaz oléfiant ou même que celle de l'air atmosphérique. Or, ce nouveau gaz est, comme le gaz oléfiant, condensé par le chlore dans l'obscurité. L'absorption par le chlore peut donc ne pas être toujours proportionnelle au pouvoir éclairant, à moins qu'on ne suppose que les deux ingrédiens qui procurent la lumière soient toujours dans le même rapport, ce qui n'a pas été prouvé.

En outre, ne se pourrait-il pas que les ingrédiens des gaz du charbon et de l'huile, autres que les deux dont nous venons de parler, fussent non-seulement inutiles, mais encore nuisibles, de sorte que les ingrédiens éclairans donneraient plus de lumière sans eux.

Ces considérations portent à douter de l'exactitude

de la méthode proposée par le Dr Fyfe ; et comme il a trouvé que les résultats de son procédé correspondaient avec ceux de la mesure directe de la lumière, quelques inexactitudes ont dû se glisser dans les opérations. MM. C. et T., dans leurs propres expériences, n'ont pas trouvé l'uniformité de ce rapport. En effet, dans une circonstance où les absorptions par le chlore étaient 14 et 34, les pouvoirs éclairans étaient comme 100 à 233 au lieu de 243. Ici la différence n'est pas très-grande ; mais dans une autre expérience, lorsque les condensations par le chlore étaient 16 et 46, les pouvoirs éclairans étaient seulement comme 100 à 250 au lieu de 287. Dans une autre circonstance où les absorptions relatives étaient comme 13 à 37, on trouva, pour le rapport des pouvoirs éclairans, 100 à 225 au lieu de 284.

3°. Il y a une troisième méthode qui a été proposée par le Dr Henry lui-même, mais qui est moins exacte que les deux précédentes, et qui paraît avoir été abandonnée par son ingénieux auteur. Elle consiste à faire détonner le gaz avec l'oxigène, et à évaluer le pouvoir éclairant par la quantité d'oxigène qui disparaît. Cette méthode est susceptible de plusieurs objections dont il est inutile de parler : on se bornera à dire que deux gaz ayant pour pesanteur spécifique 620 et 906, devraient avoir, d'après la propre table du Dr Henry, des pouvoirs éclairans exprimés par 3 et 4, tandis que les auteurs ont trouvé, à l'aide du photomètre du comte de Rumford, les nombres 1 à 2.

Il n'existe donc jusqu'à présent aucune méthode pour déterminer la lumière relative que peuvent don-

ner les divers gaz, autre que la mesure directe de cette lumière. Les auteurs en ont imaginé une qui donnerait des indications exactes, même entre les mains d'un homme ordinaire, et qui pourrait par conséquent devenir d'un usage journalier pour les Compagnies de gaz; mais ils n'ont pas achevé les expériences qui doivent servir à calculer la table. Elle consiste simplement à brûler par un jet d'une certaine hauteur et d'une ouverture d'un diamètre donné, le gaz sortant d'un petit gazomètre soumis à une pression parfaitement constante, et à noter la dépense qui pourra servir de mesure à la lumière; cependant le rapport n'est pas simplement inverse. Ainsi, quand un jet de 4 pouces exige, pour être alimenté par un certain gaz, le double d'un autre, la lumière relative n'est pas comme 1 à 2, mais bien comme 1 à 2 $\frac{1}{2}$. Mais comme le rapport exact n'a pas encore été déterminé, nous serons obligés, pour tout ce qui nous reste à dire, de nous en rapporter seulement aux mesures données par le photomètre.

La différence qui existe entre les opinions de divers expérimentateurs très-connus, sur la lumière relative que peuvent fournir les gaz de l'huile et du charbon, est presque incompréhensible. Elle tient non-seulement aux causes qui ont été présentées précédemment comme exerçant la plus grande influence sur la quantité de lumière qu'on peut se procurer avec chacun de ces gaz, mais encore à leurs diverses qualités.

La qualité du gaz de charbon varie considérablement suivant la matière première, suivant le mode d'appliquer la chaleur, la position et la forme des cornues, l'époque de l'opération à laquelle le gaz est recueilli, et

d'autres circonstances qu'il est inutile d'énumérer. La densité des gaz que fabriquent les diverses Compagnies varie de 400 à 700. Celui de Londres est d'une qualité très-inférieure. MM. Phillips et Faraday en ont employé qui avait une densité de 429; celui de l'usine de Westminster a, d'après M. Brande, une pesanteur spécifique de 443; il en a trouvé aussi de 494. Le plus mauvais gaz que les auteurs aient examiné à Edimbourg, pesait 510; rarement il tombe au dessous de 580; rarement aussi il surpasse 620; cependant ils l'ont trouvé une fois de 680. La moyenne densité obtenue par un grand nombre d'expériences est exactement 600. Le D[r] Henry a trouvé que le gaz préparé avec le *Wigan coal cannel*, recueilli après une heure de travail, pesait de 620 à 650. Le gaz de Glasgow est généralement considéré comme égal à celui d'Edimbourg. M. Anderson de Perth assure que le gaz de cette ville a une pesanteur spécifique qui s'élève jusqu'à 700.

Le gaz du charbon est donc évidemment très-différent dans les divers pays; mais les expériences tendent à prouver qu'il est le même dans chaque contrée, et particulièrement dans le même établissement. Cela tient sans doute à ce que les procédés de fabrication ont été bien étudiés en tout lieu et portés à une grande uniformité.

Le cas est bien différent pour le gaz de l'huile. Une idée généralement répandue parmi les manufacturiers et adoptée même par les savans, c'est que la qualité du gaz de l'huile n'est pas susceptible des mêmes variations que celle du gaz du charbon. Cette opinion a pris son origine, selon toute apparence, dans le fait que la

matière première est presque toujours la même. En effet, la similitude dans la matière première doit, *cæteris paribus*, produire l'uniformité dans la qualité du gaz dans différens pays. Mais il est une autre cause de variations outre la diversité des matières, ce sont les changemens dans le mode de fabrication. En opposition à l'opinion générale, le mode de fabriquer paraît aux auteurs plus délicat et moins parfaitement connu pour le gaz de l'huile que pour celui du charbon ; ce qui le prouve, c'est qu'il n'a pas été publié d'expériences étendues et soignées sur les circonstances de la fabri cation du gaz de l'huile qui peuvent altérer sa qualité. Le point auquel on doit parvenir dans cette fabrication n'est pas encore atteint, car l'on remarque de grandes différences dans les procédés suivis dans divers pays. Cette incertitude dans la méthode doit rendre précaire la qualité du gaz obtenu. On ne peut en fournir de meilleure preuve que ce fait parvenu à la connaissance des auteurs, que le gaz fabriqué par le même ouvrier sous des circonstances en apparence les mêmes, et qui était généralement d'une densité très-élevée, s'est trouvé une fois de 778 seulement.

A ces causes de variation dans la qualité du gaz, il faut aussi ajouter la différence des matières. En effet, on a retiré des gaz dissemblables de l'huile de baleine, de l'huile de morue, de l'huile de palmier, de l'huile de noix de coco et de l'huile de lin ; mais il est vrai que la différence entre ces gaz n'était pas si grande que celle qui existe entre différens échantillons de gaz extraits en apparence avec beaucoup de soin de la bonne huile de baleine.

Quoi qu'il en soit, il est facile de prouver que les gaz extraits de l'huile présentent dans leur qualité des variations aussi grandes que ceux du charbon : la table suivante en fait foi :

Gaz fait avec grand soin par le Dr Henry......	464;
Ditto..................................	590;
Ditto..................................	758;
Ditto employé par M. Brande, dans ses expériences..................................	769;
Gaz fait à la fonderie de cuivre de M. Mylne d'Edimbourg, et employé par M. Leslie dans ses expériences..........................	674;
Ditto..................................	810;
Ditto..................................	943;
Ditto fait de l'huile de morue, par Taylor et Martineau..............................	906;
Ditto employé par M. Dewey dans ses expériences..................................	939;
Ditto par MM. Philipps et Faraday.........	966;
Le plus mauvais gaz de l'huile examiné par les auteurs..............................	660;
Gaz fait chez M. Mylne et employé par eux..	820;
Ditto fait avec l'huile de baleine............	944;
Gaz fait avec l'huile de baleine à la Manufacture de glaces de M. Ranken, et employé par les auteurs..............................	778;
Ditto..................................	968;
Ditto..................................	1110;
Le même, après un repos d'un jour sur son volume d'eau fraîche......................	1050.

Le dernier gaz a une pesanteur spécifique plus élevée qu'aucun gaz d'huile dont on ait fait mention jusqu'à ce jour. Les auteurs n'ont, cependant, aucune raison de douter de l'exactitude de cette détermination, car elle s'accorde avec les résultats obtenus concernant la dépense de ce gaz, son pouvoir éclairant et l'absorption qu'il éprouvait par le chlore : cette absorption était de 46 pour cent.

Après ces considérations sur la fabrication et les qualités des gaz de l'huile et du charbon, les auteurs passent à la comparaison de leur pouvoir éclairant; mais ce qu'on a à dire sur ce sujet ne doit être appliqué qu'aux gaz d'une certaine densité, et non au gaz de l'huile et du charbon pris abstractivement.

La table suivante renferme les principaux résultats qui ont été obtenus jusqu'à ce jour.

M. Brande...............	1 à 2 $\frac{1}{2}$.
M. Nielson...............	1 à 2 ou 2 $\frac{1}{4}$.
MM. Herapath et Rootsey..	1 à 2.
MM. Phillips et Faraday...	1 à 3 $\frac{1}{2}$.
M. Dewey................	1 à 3 $\frac{1}{2}$.
Dr Fyfe..................	1 à 1 $\frac{1}{2}$.
M. Leslie................	1 à 1 $\frac{1}{2}$.
M. Dalton................	1 à 2 $\frac{1}{4}$.
M. Ricardo...............	1 à 4.

Tous ces rapports ont été obtenus par la mesure directe de la lumière, excepté celui de M. Ricardo, qui a été conclu de la comparaison de chaque gaz fabriqué par les Compagnies de Londres avec le nombre de lumières qu'ils alimentent.

Il suffit de faire attention aux observations consignées

dans ce Mémoire pour comprendre sans difficulté à quoi toutes ces différences extraordinaires doivent leur origine.

Les résultats des expériences des auteurs diffèrent aussi suivant la qualité des gaz comparés. Quand le gaz de l'huile était de qualité inférieure et le gaz de charbon de supérieure qualité ; quand, par exemple, la densité du premier était 818 et celle du second 659, le rapport éclairant relatif, d'après des expériences de MM. Christison et Turner, était 100 à 140. Quand le gaz de l'huile était des meilleurs et celui du charbon d'une qualité moyenne, les densités étant respectivement 605 et 1110, le rapport des pouvoirs éclairans était celui de 100 à 260. Si le même gaz d'huile eût été comparé à du mauvais gaz du charbon, tel que celui employé par M. Dewey et MM. Phillips et Faraday, dont la densité n'excédait pas 400, le rapport aurait probablement atteint celui de 1 à 4.

Les expériences suivantes sont celles qui paraissent mériter la plus grande confiance. La première série fut faite peu de semaines après que MM. C. et T. eurent bien connu les circonstances qui peuvent influer sur la production de la lumière. Un jet de 5 pouces de gaz de charbon, brûlant à travers une ouverture de $\frac{1}{28}$ de pouce de diamètre, était comparé avec un jet de 4 pouc. de gaz d'huile brûlant à travers une ouverture de $\frac{1}{45}$ de pouce, les pesanteurs spécifiques étant 578 et 910. Dans une expérience, les distances des becs au photomètre du comte de Rumford étaient $64\frac{2}{3}$ pouces pour le gaz du charbon et 69 pour le gaz de l'huile : la dixième partie d'un pied cube était consommée par le premier en 367 secondes, et par

l'autre en 685 seulement. Ce résultat donne une proportion de 100 à 218.6. Dans une autre expérience, la distance était $62\frac{1}{2}$ pour le gaz du charbon et $67\frac{1}{4}$ pour le gaz de l'huile, et la consommation 355 et 685, d'où l'on tire la proportion 100 à $223\frac{1}{2}$.

Les expériences ont été faites d'une manière analogue avec les becs d'Argand. Celui du gaz de charbon avait 14 trous d'un 32ᵉ de pouce de diamètre dans un cercle de $\frac{4}{10}$ de rayon, et celui du gaz de l'huile, 20 trous de $\frac{1}{50}$ de pouce sur un cercle semblable. La flamme du gaz du charbon avait $2\frac{3}{4}$ de pouce de haut, celle du gaz de l'huile $2\frac{1}{2}$, élévation la plus favorable pour de tels becs. Dans la première expérience, la distance était 62 pour le gaz du charbon et 76 pour le gaz de l'huile; $\frac{1}{5}$ d'un pied cube du premier gaz était consommé dans 212 secondes; $\frac{1}{5}$ du pied cube de l'autre dans 314. La proportion de la lumière, calculée d'après ces nombres, est de 100 à 223. Cette expérience a été répétée de la manière suivante: les premières distances étant conservées et les lumières éteintes, la flamme du gaz du charbon a été rallumée et ajustée de manière que la dépense fût exactement la même que tout-à-l'heure; la flamme du gaz de l'huile a été réglée alors de manière que les ombres fussent égales; les élévations respectives des flammes étaient les mêmes qu'auparavant; les dépenses ont été 212 secondes et 307. Ces données fournissent un rapport de 100 à 217. La moyenne de quatre expériences donne celui de 100 à 220, ou très-près de 1 à $2\frac{1}{4}$.

Le photomètre de M. Leslie a donné un rapport un peu plus fort. Dans la première expérience avec les becs d'Argand, il est tombé à 17 degrés, à la distance

de $6\frac{1}{2}$ pouces du centre de la flamme du gaz du charbon ; et dans la seconde expérience, avec les mêmes becs il est tombé à 27 degrés, à la même distance du milieu de la flamme du gaz d'huile. Prenant les dépenses moyennes respectives, égales aux nombres 212 et 311, on trouve pour le rapport des lumières, par cette méthode, 100 à 233. Le rapport obtenu par le professeur Leslie (rapport de la Compagnie du gaz du charbon, 19 juillet 1824) est seulement 100 à 150. Les auteurs concilient ce rapport avec celui qu'ils ont trouvé en faisant les corrections que semblent exiger les becs employés par M. Leslie et la densité du gaz de l'huile dont il s'est servi.

Les condensations opérées par le chlore dans les gaz de l'huile et du charbon employés dans la dernière expérience étaient 13 et 37. Ce moyen d'obtenir le pouvoir éclairant est donc dans ce moment erroné.

Une autre détermination que les auteurs croient devoir rapporter, a été faite en octobre dernier : à cette époque, les circonstances qui peuvent modifier la lumière du gaz ne leur étaient pas encore parfaitement connues ; et quoique, pour cette raison, le résultat ne soit pas entièrement exact, il peut être considéré comme très-rapproché de la vérité. Les pesanteurs spécifiques des gaz étaient 1110 et 605, et les condensations par le chlore 46 et 16. Un bec à 5 trous de gaz du charbon, brûlant avec une flamme de 3 pouces et consommant $\frac{1}{10}$ de pied cube en 186 secondes, était comparé avec un bec à 15 trous de gaz d'huile, ayant une flamme de $2\frac{1}{4}$ pouces et consommant $\frac{1}{10}$ de pied cube en 375 secondes. Les distances au photomètre étaient 56 pour le gaz du charbon et $61\frac{1}{2}$ pour le gaz d'huile ; de ces données on conclut le rapport de

100 à 243. Un bec de gaz de charbon à 10 trous avec une flamme de 3 pouces, consommant $\frac{1}{10}$ de pied cube en 120 secondes, a été comparé à un bec à 20 trous de gaz d'huile, ayant une flamme de $2\frac{1}{4}$ pouces et consommant $\frac{1}{10}$ de pied cube en 215 secondes. Les distances étaient 56 et $67\frac{1}{2}$, et par conséquent le rapport des lumières 100 à 260. Dans ces deux expériences, le bec du gaz du charbon n'était pas de la meilleure construction; mais, d'un autre côté, la flamme du gaz de l'huile n'était pas à la hauteur la plus favorable. La moyenne donne le rapport de 100 à 250, qui doit approcher beaucoup de la vérité.

Une dernière remarque est présentée par MM. C. et T. sur ce sujet, c'est qu'il convient de faire les expériences sur le pouvoir éclairant comparatif de divers gaz, en usant de simples jets d'une hauteur bien réglée, parce qu'il résulte de leurs observations, que tous les gaz inflammables reçoivent une égale augmentation de lumière par la combinaison des jets dans un bec d'Argand, et que les expériences faites avec ceux-ci sont sujettes à quelques causes d'erreur que ne présentent pas celles faites avec de simples jets.

Les auteurs terminent leur travail par les considérations suivantes :

Nous avons maintenant présenté, disent MM. C. et T., l'histoire de nos expériences, conformément au plan tracé au commencement de ce Mémoire. Ce n'était pas d'abord notre intention de faire des remarques concernant les avantages relatifs des deux gaz sous un point de vue général. Mais comme dernièrement le sujet a conduit à une investigation du parlement, et que des notions très-erro-

nées ont prévalu sur des matières qui avaient attiré une partie de notre attention, il peut être bon de les noter briévement.

La question des avantages relatifs du gaz de l'huile et du gaz de charbon se réduit à deux points : le premier regarde leur économie relative ; le second, leur utilité comparative.

1. Avant que nous soyons en état de déterminer leur économine relative, il est nécessaire d'établir un état moyen de leurs qualités. Prenant la pesanteur spécifique comme fondement de la comparaison, nous convenons que dans les petites villes où le *cannel coal* peut être obtenu à bas prix, les Compagnies d'éclairage puissent manufacturer un gaz d'une densité de 700. Dans les cités plus grandes, telles que Glascow et Edinburgh, où le charbon de toute espèce est plus cher, et où on ne peut aisément se procurer le *cannel coal* en quantité suffisante, la pesanteur spécifique moyenne du gaz n'excèdera pas 600 ; et dans une ville comme Londres, où l'on peut à peine avoir du *cannel coal*, la pesanteur spécifique moyenne n'ira pas au-delà de 450.

La pesanteur spécifique moyenne du gaz obtenu des huiles serait, quoi qu'il arrive, la même partout. Il est difficile de déterminer ce qu'elle est à present dans les grands établissemens ; mais il n'y a pas de cause matérielle qui puisse la faire tomber au-dessous de 920. Nous avons cependant de fortes raisons de croire que bientôt elle doit être considérablement augmentée. Cette amélioration, à la vérité, peut n'être pas un gain ; car alors la question se présente de savoir si elle peut être effec-

tuée sans diminuer la quantité de gaz dans la même proportion qu'on augmente sa qualité.

On suppose généralement qu'une amélioration dans la qualité du gaz d'huile est nécessairement suivie d'une perte en quantité; mais autant qu'on puisse le découvrir, cette idée repose sur des expériences faites seulement par des ouvriers, à l'autorité desquels nous ne pouvons nullement nous en rapporter d'après des observations répétées. Si du charbon est laissé dans les cornues à la fin de chaque charge, il est clair que le gaz peut être amélioré par cette circonstance sans aucune diminution en quantité; car si ce charbon s'ajoute au gaz hydrogène proto-carboné, qui donne peu de lumière, en quantité suffisante pour le convertir en gaz oléfiant, qui est puisamment riche en lumière, le changement, comme c'est bien connu, aura lieu sans nulle altération dans le volume. D'un autre côté, si le bon gaz d'huile est exposé à une haute température, il est en partie décomposé et dépose un peu de son charbon. Une partie du gaz oléfiant devient hydrogène proto-carboné, sans augmentation de volume; car le volume n'est point changé, à moins que le gaz ne soit réduit en charbon et hydrogène. Il résulte de là qu'on peut extraire de l'huile un mauvais gaz qui n'excèdera pas en quantité le bon gaz de Taylor et Martineau. Et, au fait, nous avons trouvé plusieurs fois, quand les cornues étaient bourrées de charbon et que la pesanteur spécifique du gaz n'était que de 660, qu'on en obtenait au-dessous de 100 pieds cubiques par gallon, ce qui est environ la quantité qu'on dit être produite quand le gaz est bon. Lors même que le gaz d'huile a une pesanteur

spécifique de 910, on trouve du charbon dans les cornues. En conséquence, il peut être bonifié par l'addition de tout ce charbon et conserver son volume. Remarquons en outre, qu'il est possible de l'améliorer par l'addition de charbon tiré d'autres sources. D'après cela, puisque nous assignons maintenant au gaz de l'huile une pesanteur spécifique de 920, nous ne pouvons nous empêcher d'annoncer d'avance une amélioration considérable et un gain positif.

D'après ce que nous avons dit sur la qualité moyenne du gaz du charbon dans les différentes parties du royaume, il est clair qu'on ne peut pas répondre d'une manière absolue sur la question de son économie quand on le compare avec le gaz de l'huile. A Edinburgh et à Glasgow, où le charbon est assez bon marché et son gaz de bonne qualité, le gaz de l'huile doit être un peu plus cher; à Londres où le charbon est cher et le gaz mauvais, le gaz de l'huile devrait être positivement meilleur marché; dans d'autres endroits les deux sont presque au même prix. Cette conclusion découle naturellement de nos propres expériences sur le pouvoir de produire la lumière, réunies aux calculs bien connus d'Accum, Peckston, Ricardo, et autres sur ce qui regarde les dépenses relatives de fabrication.

Le second élément dans la question des avantages relatifs des deux gaz, est leur utilité comparative. Il est certain que quelque différence qu'il existe entre eux à ce sujet, elle doit être en faveur du gaz de l'huile.

En premier lieu, la qualité de sa lumière est supérieure; elle est plus blanche et a un éclat particulier que ne possède pas celle du gaz de charbon : elle

est donc plus convenable pour l'éclairage artificiel des couleurs, et ne donne pas aux figures humaines cette apparence de désagréable pâleur que tout le monde a reconnu dans l'éclairage par le gaz du charbon.

On a fait une objection contre l'emploi du gaz en général; c'est qu'il a une odeur désagréable. Cette objection n'a aucun fondement, à moins que les gaz ne soient point consumés; car ni le gaz d'huile ni même celui de charbon, autant que nos observations nous permettent d'en juger, n'émettent d'odeur s'ils sont convenablement brûlés; mais s'ils s'échappent et se mêlent avec l'air, leur présence est aussitôt reconnue par l'odorat. L'odeur du gaz d'huile est purement empyreumatique, mais d'une nature très-distincte; nous avons eu parfois des échantillons qui avaient une faible odeur; jamais nous n'en avons trouvé de complètement inodores. Le meilleur gaz de l'huile paraît être celui qui a le moins d'odeur. L'odeur du gaz de charbon est mélangée : elle est en partie empyreumatique comme celle du gaz de l'huile, et en partie d'une nature excessivement offensive comme celle du gaz hydrogène sulfuré. Dans le gaz de charbon d'Edimburgh, nous avons observé la seule odeur empyreumatique, mais fréquemment l'autre odeur s'aperçoit, et quelquefois elle domine à un degré insupportable.

La plus sérieuse objection contre le gaz de charbon vient de la présence des impuretés qui se composent d'une matière noire comme le goudron et des combinaisons du soufre. Ces impuretés proviennent toutes du charbon lui-même, et en conséquence elles exis-

tent nécessairement dès l'origine dans les gaz de charbon de toute espèce. C'est pourquoi, sans la purification, on pourrait à peine user du gaz de charbon. C'est une question très-importante que de déterminer si l'on peut ou non en éloigner entièrement les ingrédiens nuisibles. La plus grande partie du goudron est déposée à l'usine dans les appareils, mais une petite partie passe communément avec le gaz. Elle tend à engorger les ouvertures des becs, et, par suite, noircit les substances sur lesquelles elle se dépose. Dans les boutiques ordinaires où l'on conserve un courant d'air libre, on remarque à peine cet effet; mais nous soupçonnons qu'une partie de l'inconvénient trouvé par les bijoutiers à se servir du gaz du charbon provient de cette cause.

Le plus incommode des composés de soufre contenus dans le gaz de charbon est l'hydrogène sulfuré. La présence de ce gaz est pernicieuse de deux manières. S'il s'échappe sans être brûlé, il répand une odeur insupportable, et attaque l'argent et les peintures avec une grande promptitude. S'il est brûlé, il forme les acides sulfurique et sulfureux, qui portent atteinte à la santé quand on les respire habituellement, et qui agissent chimiquement sur diverses substances telles que le fer et l'acier. De là la nécessité d'en purger entièrement le gaz du charbon. Il se présente naturellement sur ce sujet deux questions importantes auxquelles nous pouvons faire une réponse décisive. 1°. Le gaz hydrogène sulfuré peut-il être entièrement séparé du gaz du charbon? 2°. Quand il en est séparé, le gaz peut-il être regardé comme parfaitement privé de soufre?

Nous nous sommes assurés que l'hydrogène sulfuré peut être entièrement éliminé ; car nous avons plusieurs fois examiné le gaz du charbon d'Édimburgh, et les épreuves les plus délicates ne nous en ont pas fait découvrir une trace. Nous ne conclurons pas de là qu'il est toujours également pur, car la moidre négligence de la part des ouvriers doit faire parvenir l'hydrogène sulfuré dans les tuyaux. Il est toutefois certain que le gaz de charbon, quand il est entièrement privé d'hydrogène sulfuré, contient encore du soufre. En brûlant un petit jet de gaz parfaitement purifié, de maniere à recueillir le fluide formé pendant la combustion, la présence de l'acide sulfurique nous prouva l'existence de quelque composé de soufre. Qu'est ce que ce composé ? On ne s'en est pas assuré ; mais, soit à cause de son odeur particulière et désagréable, soit à cause des circonstances sous lesquelles il est formé, il est très-probable que le soufre est en combinaison avec le carbone, ou sous la forme de liquide volatil, de sulfure de carbone, comme M. Brande le présume ; ou, ce qui est peut-être plus raisonnable, sous la forme d'un composé gazeux contenant une moindre proportion de soufre qu'il n'en existe dans ce liquide.

Dans quelque état de combinaison que le soufre puisse être, il est certain qu'il n'attaque pas les sels de plomb comme l'hydrogène sulfuré, et qu'il n'agit pas non plus sur l'argent et sur l'or poli. D'après cela, le gaz qui ne contient que cette impureté, sera moins pernicieux s'il s'en échappe une petite quantité sans être brûlée, que celui qui contient de l'hydrogène sulfuré ; mais puisqu'il se formera des vapeurs acides durant la com-

bustion, une partie de l'objection conserve toute sa force.

Ces objections diverses, quel que soit leur poids, ne s'appliquent, au reste, qu'au gaz du charbon.

Nouvelles *Observations sur l'Endosmose et l'Exosmose, et sur la cause de ce double phénomène.*

Par M. Dutrochet, Correspondant de l'Institut, etc.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 23 juillet 1827.)

Lorsque deux liquides de densité ou de nature chimique différentes sont séparés par une cloison mince et perméable, il s'établit au travers de cette cloison deux courans dirigés en sens inverse et inégaux en force. Il en résulte que le liquide s'accumule de plus en plus au côté vers lequel est dirigé le courant le plus fort. Ces deux courans existent dans les organes creux qui composent les tissus organiques, et c'est là que je les ai désignés sous les noms d'*endosmose* et d'*exosmose*. Mes expériences m'ont prouvé que ce phénomène n'est pas produit exclusivement par les membranes organiques. Les plaques poreuses inorganiques très-minces le produisent également. L'extrême minceur de la cloison perméable est une condition nécessaire pour la production du phénomène, qui ne se manifeste point, par exemple, lorsque la cloison perméable aura 4 millimètres d'épaisseur, mais qui aura lieu lorsque cette

cloison ne sera épaisse que de 1 millimètre. Or, cependant, dans ces deux circonstances, les plaques poreuses auront eu une action capillaire égale, c'est-à-dire qu'elles auront été susceptibles de transmettre par filtration une égale quantité d'eau dans un temps donné. Le rapprochement considérable des deux liquides hétérogènes paraît donc être une des conditions nécessaires pour la production du phénomène, lequel ne dépend point de la seule capillarité, comme l'a prétendu un célèbre mathématicien, dont je vais ici retracer sommairement la théorie (1). Lorsque deux liquides de densités différentes, et dont la hauteur est en raison inverse de la densité, sont séparés par une cloison dont les canaux capillaires sont perméables à ces liquides, la pression exercée sur les orifices de ces canaux est égale de chaque côté; mais la force capillaire étant inégale aux deux bouts du canal, il en résulte que le liquide soumis à la plus forte action capillaire remplira le canal entier. Alors ce filet de liquide se trouve sollicité par deux forces opposées; 1° l'attraction du liqude auquel il appartient; 2° l'attraction du liquide différent situé du côté opposé. Or, cette dernière attraction étant supérieure à la première, il en résultera que le filet de liquide contenu dans le canal capillaire s'écoulera sans discontinuité dans le sens où il est sollicité par la plus forte attraction, et augmentera ainsi continuellement la

(1) Note sur des Effets qui peuvent être produits par la capillarité et l'affinité des substances hétérogènes; par M. Poisson. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. xxxv, p. 98.)

masse du liquide vers lequel il se trouve attiré. Cet effet continuera d'avoir lieu jusqu'à ce que la différence des pressions que les deux liquides exercent en raison de leur hauteur, soit égale à celle des attractions exercées par ces deux liquides sur le filet de liquide contenu dans le canal capillaire.

Il résulte de cette théorie mathématique, qu'il ne doit exister qu'un seul courant au travers de la cloison qui sépare les deux fluides hétérogènes, et que ce courant unique doit être dirigé vers celui des deux liquides qui est doué de la plus grande force d'attraction. Or, l'observation prouve qu'il existe au travers de la cloison séparatrice deux courans opposés et inégaux en force. Ce fait, à lui seul, suffit pour infirmer la théorie de M. Poisson, et pour prouver que c'est à une autre cause que celle qu'il a indiquée qu'il faut attribuer le phénomène dont il est ici question.

Des preuves nouvelles de cette vérité seront fournies par les observations que je vais rapporter.

Si l'endosmose et l'exosmose sont des phénomènes dus à la capillarité, il doit exister un rapport constant entre la hauteur à laquelle les différens liquides s'élèvent dans un même tube capillaire, et la manière dont ils se comportent par rapport à l'endosmose et à l'exosmose. Pour rendre ici les idées plus faciles à saisir, ne considérons que le seul phénomène de l'accumulation du liquide qui a lieu de l'un des côtés de la cloison séparatrice, et voyons si cette accumulation a toujours lieu du côté où existe le liquide dont le pouvoir ascendant dans les tubes capillaires est le moins considérable, comme le suppose la théorie de M. Poisson, et

comme cela a lieu effectivement dans beaucoup de circonstances.

En général, plus un liquide est dense, moins il s'élève dans un tube capillaire; mais la densité n'est pas ici la seule cause qui détermine la moindre ascension du liquide; on sait que certains liquides très-peu denses s'élèvent cependant très-peu dans les tubes capillaires. C'est ainsi que l'alcool et l'ammoniaque, quoique moins denses que l'eau, s'élèvent cependant bien moins que ce dernier liquide dans les tubes capillaires. Ainsi les qualités chimiques du liquide produisent ici le même effet que son excès de densité. Or, j'ai observé que lorsque l'eau pure est mise en rapport, au moyen d'une cloison séparatrice membraneuse, avec un liquide dont l'ascension dans les tubes capillaires est moindre que celle de cette même eau pure, on voit l'accumulation du liquide s'effectuer du côté où se trouve le liquide *le moins ascendant* dans les tubes capillaires. Ainsi il se trouve ici un rapport constant entre le phénomène de l'accumulation du liquide et le phénomène de l'attraction capillaire. Etudions actuellement d'autres liquides.

La hauteur de l'ascension de l'eau distillée dans un tube capillaire, étant représentée par....... 100,
L'huile d'olive s'élève dans le même tube à.. 67;
L'huile essentielle de lavande s'élève à....... 58;
L'alcool à 36 degrés s'élève à............. 47.

L'huile d'olive étant mise en rapport, au moyen d'une cloison séparatrice membraneuse, avec l'huile essentielle de lavande, on voit l'accumulation du liquide s'effectuer du côté où se trouve l'huile d'olive, c'est-

à-dire, du côté où se trouve le liquide *le plus ascendant* dans les tubes capillaires. Cette action, qui est très-faible, a besoin, pour devenir appréciable, d'une température qui ne soit pas inférieure à 15 degrés R.

Si par le même moyen on met en rapport l'huile essentielle de lavande avec l'alcool, on voit l'accumulation du liquide s'effectuer du côté de l'huile essentielle, c'est-à-dire, du côté où se trouve le liquide *le plus ascendant* dans les tubes capillaires. Cette action est plus énergique que la précédente. L'huile essentielle de térébenthine se comporte, dans ces expériences, comme l'huile essentielle de lavande, et je pense qu'il doit en être de même des autres huiles essentielles.

Dans ces dernières expériences, nous obervons entre l'accumulation du liquide et l'action capillaire, un rapport nouveau et inverse de celui qui a été noté plus haut. En effet, dans les premières expériences, l'accumulation du liquide a lieu du côté où se trouve le liquide le *moins ascendant* dans les tubes capillaires, tandis que dans les secondes expériences, cette même accumulation du liquide a lieu, au contraire, du côté où se trouve le liquide le *plus ascendant* dans les tubes capillaires. Ainsi il est démontré que l'accumulation des liquides, dans les expériences dont il s'agit, n'est point dans un rapport constant avec la manière dont ces mêmes liquides se comportent par rapport à l'attraction capillaire, et il en résulte, en définitive, que l'action capillaire n'est point la cause de ce phénomène d'accumulation. Ce fait et celui de l'existence simultanée de deux courans inégaux dirigés en sens inverse au travers de la cloison séparatrice, prouve complète-

tement l'impuissance de la théorie mathématique au moyen de laquelle M. Poisson croit pouvoir expliquer le phénomène dont il est ici question. Il reste à déterminer si l'affinité qui peut exister entre des liquides hétérogènes est la cause de ce phénomène. Cette question se trouve résolue par une expérience que j'ai rapportée dans mon ouvrage (1), et que je dois rappeler brièvement ici. Si on met de l'albumen d'œuf dans un large tube de verre, et que l'on fasse couler par dessus avec précaution de l'eau pure, il ne se fera aucun mélange de ces deux liquides; on verra parfaitement la ligne de démarcation qui les sépare. Or, cette ligne de démarcation ne variera point; il n'y aura aucune augmentation de volume de l'albumen quel que soit le temps que durera cette expérience. Ceci prouve invinciblement que l'albumen n'a aucune affinité pour l'eau qui le recouvre. Or, lorsque ces deux substances sont séparées par une membrane, l'eau traverse cette dernière pour s'accumuler du côté de l'albumen avec lequel elle se mêle alors. C'est donc à une autre cause qu'à l'affinité réciproque des liquides, qu'il faut attribuer ce phénomène. Pour moi, je persiste à penser que sa cause est l'électricité, tout en convenant cependant que cette électricité ne manifeste point du tout sa présence au galvanomètre, ainsi que je m'en suis assuré par diverses tentatives. Il y a plusieurs manières de concevoir la formation de cette électricité. J'ai d'abord été porté à penser qu'elle naissait du rapprochement des

---

(1) *L'Agent immédiat du mouvement vital dévoilé, etc.*, p. 122.

deux liquides hétérogènes que sépare imparfaitement la cloison perméable qui leur est interposée ; mais alors les deux liquides devraient, ce me semble, posséder une électricité différente, ce que le galvanomètre ne manifeste point. Il me paraît donc assez probable que cette électricité résulte du contact des liquides sur la cloison séparatrice. On sait par les expériences de M. Becquerel, que le contact des liquides sur les corps solides produit de l'électricité : ainsi, dans cette circonstance, le contact des deux liquides différens sur les deux faces opposées de la cloison séparatrice produira deux degrés différens d'électricité, laquelle sera, par conséquent, plus forte d'un côté que de l'autre; c'est probablement de cette double action électrique que résultent les deux courans opposés et inégaux en intensité qui traversent la cloison séparatrice. Ce qu'il y a de certain, c'est que ce phénomène cesse d'avoir lieu lorsque les deux faces opposées de la cloison séparatrice ne sont plus en contact immédiat qu'avec un seul des deux fluides différens, comme le prouve l'expérience suivante. Un tube de verre muni d'un évasement terminal, lequel était bouché par une plaque d'argile blanche cuite (terre de pipe) d'un millimètre d'épaisseur, fut rempli avec une solution de gomme arabique, et plongé ensuite dans l'eau au-dessus de laquelle la partie vide du tube s'élevait verticalement. L'endosmose eut lieu et le liquide gommeux s'éleva graduellement dans le tube. Quelques heures après, l'ascension du liquide s'arrêta et bientôt il commença à descendre. Ayant retiré l'appareil de l'eau, je m'aperçus que la plaque d'argile était enduite en dehors par le liquide

gommeux chassé du dedans au dehors par l'exosmose. J'essuyai la surface extérieure de cette plaque, et je replaçai l'appareil dans l'eau. Dès ce moment, l'endosmose se manifesta de nouveau par l'ascension du liquide dans le tube. Ici les deux faces opposées de la cloison séparatrice ayant cessé d'être en contact immédiat avec les deux liquides différens, le phénomène de l'endosmose a cessé d'avoir lieu. Il paraît donc que c'est dans ce double contact que se trouve la cause de ce phénomène.

Le double phénomène de l'endosmose et de l'exosmose pouvant être produit avec des lames minces de corps inorganiques perméables aux liquides, comme il l'est avec des membranes organiques, il en résulte que ce phénomène n'est point exclusivement un phénomène organique, mais qu'il est un phénomène de physique générale. Cependant, ce phénomène se trouve appartenir exclusivement aux corps organisés, parce que ce n'est que chez eux que l'on trouve des fluides différens séparés par des cloisons minces et perméables. Cette disposition ne se trouve nulle part dans la nature inorganique. Ainsi le double phénomène de l'endosmose et de l'exosmose est, *par le fait* et non *par sa nature* un phénomène exclusivement physiologique. C'est le point par lequel la physique des corps vivans se confond avec la physique des corps inorganiques. Plus on avancera dans la connaissance de la physiologie, plus on aura de motifs pour cesser de croire que les phénomènes de la vie sont essentiellement différens des phénomènes physiques : cette opinion, que l'autorité de Bichat a surtout contribué à établir, est indubitablement erronée.

MÉMOIRE

Sur l'Électricité des fluides élastiques, et sur une des causes de l'Électricité de l'atmosphère.

PAR M. POUILLET.

(Lu à l'Académie des Sciences le 30 mai 1825.)

DEPUIS la découverte de Franklin sur l'électricité de l'atmosphère, on a fait dans tous les pays savans de nombreuses observations sur les phénomènes qui dépendent de cette électricité naturelle. On a démontré que les nuages orageux sont fortement électrisés, les uns positivement, les autres négativement; que les nuages ordinaires ont presque toujours l'une ou l'autre électricité, mais en trop faible charge pour produire les explosions de la foudre; enfin on a reconnu que, par un ciel pur et sans nuages, l'air lui-même a une certaine intensité électrique, et que cette intensité semble augmenter à mesure qu'on s'élève dans des régions plus hautes.

Pendant les orages de nos climats, et surtout pendant les orages plus violens des tropiques, les électricités de l'atmosphère se recomposent en grande quantité et se détruisent l'une l'autre; car l'éclair est, comme on sait, une recomposition des électricités contraires. Il faut donc que pendant le cours d'une année il se reproduise dans l'atmosphère autant d'électricité qu'il s'en détruit par les orages et par les autres phé-

nomènes électriques. On a fait des hypothèses sans nombre sur l'origine et sur la formation de cette prodigieuse quantité d'électricité, mais entre toutes, l'hypothèse de Volta paraît seule avoir quelques fondemens : Volta suppose que les corps prennent de l'électricité en changeant d'état, et qu'en conséquence la vapeur d'eau qui s'élève sans cesse sur les continens et les mers doit être électrisée par le fait seul de son passage à l'état de fluide élastique. Cette opinion a trouvé peu de contradicteurs; et sans doute, pour venir la combattre aujourd'hui, il faut avoir des preuves bien directes et bien décisives.

En reprenant les expériences par lesquelles les plus habiles observateurs ont cru prouver que les changemens d'état des corps sont accompagnés d'un dégagement d'électricité, il m'est arrivé que les signes électriques ont été d'autant plus faibles que j'ai mis plus de soin à écarter les causes étrangères. Par exemple, quand j'ai pris de l'eau parfaitement pure pour la faire évaporer, soit lentement, soit rapidement, sur un corps qui ne pouvait se combiner ni avec elle ni avec ses élémens, il m'a été impossible de recueillir aucune trace d'électricité.

De nombreuses expériences, faites sur différens corps, m'ont fait voir que ce n'est jamais le changement d'état qui dégage de l'électricité, mais toujours une action chimique plus ou moins vive qui s'exerce entre les élémens de ces corps et les vases qui les contiennent; car, en évitant les actions chimiques, toutes les traces d'électricité disparaissent. Ainsi l'électricité de l'atmosphère ne pouvant avoir l'origine que Volta lui assignait, j'ai été ramené avec quelque confiance à lui supposer une autre origine à laquelle j'avais pensé depuis long-temps.

Il me semblait que les phénomènes de la végétation ne pouvaient pas s'accomplir sans un dégagement d'électricité, et l'expérience a en effet confirmé cette idée de la manière la plus frappante.

Mais avant d'entreprendre sur les actions végétales des expériences directes qui devaient nécessairement être très-délicates et très-compliquées, il était nécessaire d'examiner les propriétés électriques des gaz, au moment de leurs combinaisons. Ainsi ce Mémoire se divise en deux parties : la première est relative à l'électricité des combinaisons gazeuses, et la seconde à l'électricité qui se développe dans la végétation.

PREMIÈRE PARTIE.

De l'Électricité des Combinaisons gazeuses.

La première découverte du développement de l'électricité par les actions chimiques remonte à l'année 1781. A cette époque, Volta était à Paris ; déjà célèbre en Italie, il parcourait l'Europe pour visiter les savans. Entre toutes les inventions remarquables auxquelles il avait attaché son nom, celle du condensateur était la plus récente et excitait alors un vif intérêt. Cet instrument ne pouvait manquer d'être accueilli et apprécié par l'Académie des Sciences de Paris, et en effet, deux des membres les plus illustres de cette Compagnie, MM. Lavoisier et de Laplace en eurent à peine connaissance qu'ils en consacrèrent en quelque sorte l'usage et l'immense utilité par une grande découverte : ils firent voir, pour la première fois et de concert avec Volta,

que, dans les combinaisous chimiques, il se développe de l'électricité, et qu'au moyen du condensateur on peut la recueillir et la rendre sensible. Ces expériences, qui ouvraient une nouvelle carrière, furent répétées depuis avec des succès différens. Volta rapporte dans ses ouvrages qu'il ne manquait jamais d'obtenir de l'électricité par l'évaporation de l'eau et par la combustion du charbon. De Saussure, au contraire, qui fit des expériences si exactes et si curieuses sur la formation de la vapeur, ne parvint jamais à obtenir de l'électricité par la combustion. Enfin sir H. Davy ne put découvrir non plus aucune trace d'électricité par la combustion du fer ou du charbon dans l'oxigène pur ou dans l'air. Plus récemment d'autres physiciens ont tenté de nouvelles recherches sur l'électricité de la flamme (*Annales de Chimie,* t. xxv, p. 378 et t. xxvii, p. 5); mais les hypothèses qu'ils ont faites ne pouvaient les conduire à la vérité.

Le fait fondamental auquel je suis arrivé explique très-simplement ces contradictions et ces erreurs. En reprenant ces expériences, je me suis appliqué d'abord à la combustion du charbon, et, dans mes premiers essais, j'ai vu avec une grande surprise qu'on en pouvait tirer, tantôt l'électricité positive, tantôt la négative, et que d'autres fois il n'y avait pas moyen d'obtenir le moindre signe électrique. De ces résultats différens et même opposés, il semble d'abord qu'il n'y ait rien à conclure; mais en y réfléchissant, on voit que certainement la combustion du charbon donne de l'électricité; car, si elle n'en donnait pas, on ne pourrait jamais en observer. De plus, il est certain qu'elle donne les deux électricités, puisqu'on obtient tantôt la rési-

neuse et tantôt la vitrée. Supposant alors que l'une des électricités est prise par le charbon et l'autre par l'oxigène ou par l'acide carbonique, le plus sûr moyen d'obtenir des effets réguliers et constans devait être d'isoler ces électricités au moment de leur formation, et pour cela de séparer autant que possible le corps comburent du corps combustible.

En disposant l'expérience d'après cette vue, toutes les contradictions disparaissent; on peut recueillir à volonté l'électricité du charbon ou celle de l'acide carbonique, et dès-lors on voit les phénomènes se montrer toujours parfaitement semblables et avec une grande intensité. Après bien des essais, je me suis arrêté aux dispositions suivantes : pour avoir l'électricité de l'acide carbonique, il suffit de prendre un seul charbon d'un assez gros diamètre, de le façonner en cylindre dont les bases soient à peu près planes, et de le placer verticalement à 6 ou 8 centimètres au-dessous d'une plaque de laiton qui repose sur l'un des plateaux du condensateur; alors, si le charbon communique au sol et qu'on l'allume à sa base supérieure sans que le feu gagne la surface latérale, il s'élève une colonne d'acide carbonique, qui vient frapper la plaque de laiton, et en très-peu d'instans le condensateur est chargé. L'électricité qu'il reçoit de l'acide carbonique est toujours positive. Si, au lieu de tenir le charbon tout droit, on le tient à peu près horizontal de manière que l'acide carbonique qui se forme ne puisse s'élever qu'en montant le long de la base du charbon qui est alors verticale, on n'obtient plus d'effet sensible. Pareillement, si, en le tenant vertical on allume la surface latérale

aussi-bien que la surface supérieure, on n'obtient plus que des effets incertains.

Pour avoir maintenant l'électricité que prend le charbon lui-même par la combustion, on peut se contenter de le poser, par sa base inférieure, directement sur le plateau du condensateur; alors on allume sa base supérieure, on soutient le feu par un léger courant d'air, et en quelques instans le condensateur est chargé. L'électricité qu'il reçoit du charbon est toujours négative. Si le charbon ne touche le condensateur que par quelques points, ou s'il brûle par toute sa surface, on n'obtient plus d'effet; sans doute, dans le premier cas, un petit nombre de points de contact ne donnent passage qu'à une trop petite quantité d'électricité, et dans le second cas, l'acide carbonique étant électrisé positivement à l'instant où il se forme, et touchant la surface latérale du charbon qui est négative, les deux électricités contraires se recomposent.

Pour obtenir des effets plus prompts et plus intenses, on peut prendre plusieurs cylindres de charbon, ayant la même hauteur, les placer debout et très-près l'un de l'autre sur une plaque de laiton d'une assez grande largeur; alors, après avoir enflammé toutes les bases supérieures, on a une large colonne d'acide carbonique qui s'élève et qu'on reçoit contre une autre plaque de laiton élevée de quelques pouces, ou même de plus d'un pied, et communiquant au condensateur. Avec cette disposition l'expérience est très-rapide, et dans quelques secondes on a une forte charge d'électricité vitrée dans le plateau qui communique avec l'acide carbonique. Au contraire, si l'on veut avoir l'électricité du

charbon, on joint au condensateur la plaque de laiton sur laquelle tous les cylindres allumés sont debout. Il suffit encore de quelques secondes de temps pour que le condensateur prenne abondamment l'électricité résineuse. Lorsque la combustion est alimentée par un courant d'oxigène, l'électricité se dégage plus rapidement et prend une plus forte tension. Il suffit alors d'un seul instant pour que les lames d'or du condensateur soient portées au plus haut degré de divergence. Mais, dans tous les cas, soit qu'on opère sur de petites ou sur de grandes surfaces de charbon, soit qu'on abandonne la combustion à elle-même, soit qu'on l'alimente par un courant d'air ou par un courant d'oxigène plus ou moins vif, si l'on veut obtenir des signes d'électricité toujours certains et identiques, la condition essentielle est d'enflammer seulement la surface horizontale du charbon, de telle sorte que l'acide carbonique se forme et s'élève en un moment et sans avoir touché aucun corps avant d'arriver à la plaque de laiton où il doit déposer son électricité. Cette condition est si décisive que, si on dirige, par exemple, un dard d'oxigène contre le flanc d'un cylindre de charbon qui est debout sur le condensateur, et qu'on excite ainsi une très-vive combustion qui forme bientôt une cavité profonde, il est impossible, malgré l'excessive rapidité de la combustion, de recueillir des quantités sensibles d'électricité, ou bien les signes qu'on obtient sont tantôt positifs et tantôt négatifs.

D'après cela, il suffit de savoir que Lavoisier et de Laplace, Volta et de Saussure faisaient leurs expériences dans un réchaud de métal, pour se rendre

compte des oppositions ou des incertitudes de leurs résultats.

Après avoir levé ces premières difficultés d'expérience, il était permis d'aborder la question fondamentale que j'avais en vue, celle de savoir si l'électricité est produite par le changement d'état ou par l'affinité chimique. Volta avait supposé et on avait généralement admis que le charbon, en passant de l'état solide à l'état gazeux, absorbe de l'électricité vitrée, et laisse aux parties solides restantes l'électricité résineuse qu'on y découvre. D'autres recherches sur l'électricité des combinaisons chimiques me conduisaient, au contraire, à supposer que, si les deux élémens qui se combinent dégagent de l'électricité, l'un d'eux dégage le fluide positif et l'autre le fluide négatif, et que réciproquement, quand ils se séparent, chacun d'eux a besoin de reprendre le fluide qu'il avait perdu. Pour résoudre cette question et arriver à la véritable origine de l'électricité chimique, il fallait former des combinaisons qui ne fussent pas accompagnées de changement d'état, et entre toutes celles qui se présentaient, j'ai choisi d'abord celle de l'oxigène et de l'hydrogène, comme étant la plus facile à produire dans des conditions requises.

La flamme de l'hydrogène m'a offert des résultats contradictoires, comme la combustion du charbon : dans l'intervalle de quelques minutes, elle donne tour à tour l'électricité positive et la négative, des signes très-intenses et des signes très-faibles, et souvent même il est impossible d'obtenir aucun effet. En recherchant les causes de toutes ces contrariétés, j'en ai trouvé plusieurs avant de trouver la véritable et la plus essentielle.

J'ai pu remarquer d'abord que tout ce qui m'environnait avait de l'influence sur les résultats, par exemple, une croisée ouverte ou fermée, un peu de feu dans le laboratoire, ou même une bougie allumée, une pile en activité ou une petite machine dont on aurait tourné le plateau seulement d'un quart de tour, toutes ces circonstances et d'autres encore étaient autant de sources de discordance entre les résultats. Cependant tous ces accidens tiennent à une cause si simple qu'ils n'auraient pas dû m'arrêter long-temps. On sait que les gaz très-chauds sont de bons conducteurs de l'électricité, et on peut le démontrer par une expérience curieuse : que l'on place sur un électroscope ordinaire une très-petite lampe à esprit-de-vin, et qu'à 5 ou 6 pieds au-dessus d'elle on présente un bâton de résine électrisé, ou une lame de verre, ou un autre corps quelconque très-faiblement chargé, à l'instant on verra une très-grande divergence dans les lames ; et cependant le même corps avec la même charge électrique ne donnerait aucun signe de divergence si on le présentait à l'électroscope sans flamme, même à la distance d'un pouce. Cet appareil m'est devenu très-utile pour reconnaître les plus petites traces d'électricité, et il m'a fait comprendre tous les accidens dont je viens de parler. En effet, quand on a tourné le plateau d'une machine électrique, l'air de l'appartement est électrisé, et la flamme qui s'élève dans cet air se charge à l'instant de l'électricité de même nom et l'apporte au condensateur. Une pile en activité électrise l'air comme une machine, et la flamme de l'électroscope en donne la preuve ; un feu de charbon ou même une bougie allumée produisent de

l'acide carbonique électrisé positivement, et la flamme de l'électroscope accuse encore la présence de cette électricité. Enfin l'air atmosphérique est toujours électrisé, et s'il pénètre dans un appartement par une croisée ouverte et qu'il s'y renouvelle, je me suis assuré qu'il peut conserver assez long-temps son état électrique pour jeter un grand trouble dans les recherches que l'on fait sur des quantités d'électricité très-faibles. Mais il y a des moyens de se mettre à l'abri de toutes ces causes d'erreur, et on peut admettre que, dans tout ce qui va suivre, elles n'ont eu aucune espèce d'influence sur les résultats.

Revenons maintenant à la combustion de l'hydrogène. Le gaz s'écoule par un tube de verre; la flamme est verticale, offrant une largeur de 4 ou 5 lignes sur une longueur d'environ 3 pouces; l'électricité est conduite au condensateur, non plus par une plaque de laiton, mais par un fil de platine dont l'extrémité est roulée en spirale ou en tire-bouchon. La spire est toujours verticale, mais tantôt ses circonvolutions sont d'un assez grand diamètre pour envelopper la flamme sans la toucher, tantôt elles sont assez petites pour que la spire entière puisse être enveloppée complètement dans l'intérieur de la flamme. Lorsqu'on approche la flamme du contour extérieur de la spire en la maintenant à 10 millimètres de distance, on obtient des signes d'électricité vitrée. Ces signes deviennent de plus en plus intenses à mesure que la distance diminue. Mais quand la flamme touche la spire, les signes électriques deviennent faibles et incertains. Il en est de même quand la flamme passe à l'intérieur de la spire et suivant son

axe. Ainsi, autour de la flamme apparente de l'hydrogène, il y a une sorte d'atmosphère de plus de 10 millimètres d'épaisseur, qui est toujours chargée d'électricité vitrée (1).

Puisqu'il y a de l'électricité vitrée de développée dans ce phénomène de combustion, il faut bien qu'il y ait quelque part de l'électricité résineuse; essayons de la découvrir. Comme elle ne paraît en aucun des points du dehors de la flamme, il faut essayer de pénétrer à l'intérieur, en évitant autant que possible le contour extérieur qui donne toujours de l'électricité vitrée. Pour cela, il suffit de prendre la spire à petit diamètre et de la plonger au centre de la flamme de manière qu'elle en soit bien enveloppée de toutes parts; en effet, de cette manière le condensateur se charge encore, mais cette fois la flamme lui donne l'électricité résineuse. Ainsi le dedans et le dehors de la flamme sont dans des états électriques opposés, le dehors est toujours vitré et le dedans toujours résineux. Il suit de là qu'il y a une couche de la flamme où l'électricité serait nulle, et en effet, si on plonge la spire de manière qu'elle pénètre à peu près par moitié dans la partie brillante de la flamme, tous les effets électriques disparaissent. Voilà une analogie bien frappante entre la combustion de l'hydrogène et celle du charbon. Certainement, dans toute l'épaisseur de cette atmosphère extérieure où nous trouvons l'électricité vitrée, la combinaison ne s'y fait

(1) Il est impossible de confondre cette électricité avec celle qui pourrait se dégager au contact de différentes pièces de l'appareil; car sa tension est beaucoup plus grande.

pas, car l'hydrogène ne peut pas y arriver; il faut donc que cette électricité que nous y observons soit une électricité communiquée; et d'où peut-elle provenir si ce n'est de la combustion elle-même, ou plutôt de l'oxigène qui est prédominant à l'extérieur et qui enveloppe en quelque sorte tout le jet d'hydrogène?

Il faut donc que cet oxigène qui se combine dégage de l'électricité vitrée, qui se communique aux couches d'air voisines élevées à une assez haute température, pour faire l'office de corps conducteur; et pareillement dans l'intérieur de la flamme c'est l'hydrogène qui est en plus grande proportion, et puisqu'on y trouve de l'électricité résineuse, il faut bien qu'elle se dégage de l'hydrogène qui brûle, et qu'elle se communique aux parties excédantes de l'hydrogène qui ne sont pas encore combinées.

Si les phénomènes se passent de la sorte, il est probable qu'à une certaine distance au-dessus de la flamme, les deux fluides contraires ne doivent plus paraître, parce qu'ils auront pu se combiner, et c'est en effet ce qui arrive lorsqu'on essaie de recueillir l'électricité à une assez grande distance au-dessus d'une flamme verticale; mais si on se met à une distance de quelques pouces seulement, on obtient d'autres effets, les deux fluides électriques paraissent bien en même quantité, mais ne sont pas recomposés; car si on présente une plaque soudée de zinc et de cuivre, la partie zinc attire le résineux et la plaque cuivre, au contraire, attire le vitré. Enfin, si, au lieu de faire sortir l'hydrogène par un tube de verre, on le fait sortir par un tube de métal qui ne communique point au sol, mais seule-

ment avec le condensateur, on observe que ce tube de métal qui touche l'hydrogène sans même toucher la flamme, prend toujours l'électricité résineuse; et que si au contraire on le fait communiquer au sol, il perd de cette manière l'électricité résineuse que tout-à-l'heure il apportait au condensateur, et le produit de la combustion conserve un excès d'électricité vitrée.

Ces expériences sur la combustion de l'hydrogène et sur celle du charbon me rendaient facile l'examen des autres substances combustibles, soit qu'elles fussent solides, liquides ou gazeuses; il serait trop long et peut-être inutile de rapporter le détail des nombreuses expériences que j'ai faites sur l'alcool, l'éther, la cire, les huiles, les graisses et plusieurs substances végétales. Les flammes de tous ces corps m'ont présenté exactement le même phénomène que la flamme d'hydrogène.

J'ai remarqué seulement que les molécules de carbone qui sont flottantes dans les flammes de cette espèce, et qui, suivant l'observation de sir H. Davy, leur donnent cet éclat dont elles brillent, les rendent aussi plus propres à manifester l'électricité résineuse.

De l'ensemble de toutes ces expériences résulte un principe général : savoir, que dans la combustion les molécules d'oxigène qui se combinent, dégagent de l'électricité positive qui peut se communiquer aux molécules voisines non encore combinées, et que le corps combustible, au contraire, dégage de l'électricité négative qui peut pareillement se communiquer à toutes les parties combustibles environnantes.

DEUXIÈME PARTIE.

De l'Électricité produite par les végétaux.

Après m'être assuré, autant qu'il était en mon pouvoir, de la vérité et de la fécondité du principe dont je viens de donner l'énoncé, j'ai entrevu la possibilité de l'appliquer aux combinaisons qui s'opèrent dans la nature; et surtout à celles que les feuilles des végétaux produisent sans cesse avec l'air atmosphérique. On sait par les expériences de Priestley, d'Inghenouz de Sennebier, et surtout par les recherches si ingénieuses et si exactes de M. Théod. de Saussure, que les diverses parties des plantes agissent sur l'air atmosphérique; que tantôt elles forment aux dépens de l'oxigène une assez grande quantité d'acide carbonique qui se dégage insensiblement, et que tantôt elles exalent de l'oxigène pur, provenant de quelque combinaison qui s'opère dans l'intérieur de la plante.

Or, s'il est vrai que tout acide carbonique est électrisé vitreusement au moment de sa formation, il en résulte que les plantes doivent produire dans l'air par l'expiration de cet acide, une quantité d'électricité vitrée plus ou moins considérable : c'était là le but essentiel de mes recherches, et j'avais assez d'impatience de voir arriver les beaux jours pour mettre à l'épreuve cette conséquence qui me semblait nécessaire. Depuis le mois de mars, j'ai fait, dans mon laboratoire, un assez grand nombre d'expériences pour constater qu'en effet la végétation est une source abondante d'électricité, et par conséquent une cause puissante pour produire

l'électricité atmosphérique. Mes expériences ont été conduites de la manière suivante.

Douze capsules de verre, de 8 à 10 pouces de diamètre, sont enduites à l'extérieur et seulement vers le bord, dans une étendue de 1 à 2 pouces, d'une couche de vernis à la gomme laque. On les dispose sur deux rangs à côté l'une de l'autre, soit en les plaçant simplement sur une table de bois très-sec, soit en les posant sur une table qui est elle-même vernie à la gomme laque. On les remplit de terre végétale, et on les fait communiquer ensemble par des fils de métal, qui vont de l'intérieur de l'une à l'intérieur de l'autre en passant sur les bords des capsules. Ainsi tous les intérieurs des douze capsules et le terreau qu'elles contiennent ne forment qu'un seul corps conducteur. Supposez que par une cause quelconque on donne de l'électricité à ce système, elle se distribuera dans les douze capsules, et ne pourra pas s'écouler dans le sol, ni même passer à leur surface extérieure, car elle se trouvera arrêtée sur les bords de chacune d'elles, par la couche de gomme laque. Mais sans donner ainsi de l'électricité qu'il serait peut-être difficile d'enlever ensuite, on approche un condensateur; on met son plateau supérieur en communication avec l'une des capsules au moyen d'un fil de laiton, et son plateau inférieur en communication avec le sol, par le même moyen. Ces communications sont établies de manière à pouvoir se maintenir pendant plusieurs heures, et même pendant plusieurs jours. Alors dans la terre des capsules, on sème la graine dont on veut étudier les effets, du blé, par exemple. Dès ce moment, l'expérience est commencée, le laboratoire

reste exactement fermé, et on n'y porte ni feu ni lumière, ni aucun corps électrisé.

Au mois de mars, pendant les vents secs du nord et de l'est, ces précautions étaient suffisantes, et j'ai observé les phénomènes suivans. Pendant les deux premiers jours, la surface du terreau s'est desséchée, les graines se sont gonflées, le germe est sorti de son enveloppe d'environ une ligne, sans paraître encore au-dessus de la mince couche de terre qui recouvrait le grain ; et le condensateur, essayé à plusieurs reprises, n'a donné aucune trace d'électricité. Le troisième jour, les germes étaient sortis de terre, et commençaient à élever leurs pointes en les inclinant vers la croisée qui n'avait pas de volet ; alors, en essayant le condensateur, j'ai vu, pour la première fois, une divergence dans les lames. Ainsi l'action rapide que le germe naissant exerce sur l'oxigène de l'air, dégage de l'électricité. Cette électricité était résineuse dans les capsules, et par conséquent vitrée dans les gaz qui s'étaient dégagés. L'appareil est remis à l'état naturel, quelques heures s'écoulent encore, et il s'est chargé d'une nouvelle quantité d'electricité. Il était curieux d'observer les effets de la nuit, car on sait que durant cette période les plantes en général se comportent autrement à l'égard de l'air. Le lendemain, dès le matin, en visitant mon appareil, il a donné une assez forte charge électrique, et l'électricité n'avait pas changé de nature. Dès ce moment, la végétation a continué assez activement pendant huit jours ; et dans cet intervalle de temps, je n'ai pas cessé d'observer le condensateur, soit à différentes heures de la journée, soit le soir après

le coucher du soleil, soit à une heure plus avancée de la nuit, soit le matin de très-bonne heure, ou au lever du soleil, et toujours l'électricité s'est montrée en plus ou moins grande quantité, suivant le temps qui s'était écoulé, après douze heures la divergence était de plus d'un pouce dans les lames; et dans toutes ces expériences, la terre des capsules prenait toujours l'électricité résineuse.

Après cette première période de huit jours, le temps a changé; une grande humidité a pénétré dans le laboratoire, bien qu'il fût fermé avec toutes les précautions possibles, et dès-lors il a été impossible de recueillir la moindre quantité d'électricité.

Douze autres capsules étaient prêtes, dans lesquelles une autre végétation était commencée; et comme elle était très-active tandis que la première était devenue languissante à cause de la sécheresse, j'imaginais que cette nouvelle végétation me donnerait des marques très-fortes d'électricité; mais après l'avoir éprouvée avec des attentions infinies, il m'a été impossible d'en rien tirer. Ainsi, contrarié par le temps, il n'y avait qu'un moyen de me mettre à l'abri de ses variations, et de faire des expériences suivies; c'était de fermer le laboratoire encore plus exactement, et d'y maintenir un degré de sécheresse convenable au moyen de corps absorbans. Plusieurs boisseaux de chaux vive concassée en petits fragmens, ont été répandus dans l'appartement qui est très-vaste, plusieurs kilogrammes de muriate de chaux, distribués dans des soucoupes de porcelaine, ont été placés près des capsules de végétation, et enfin, après cinq ou six jours de l'action desséchante de tous

ces agens réunis, j'ai pu produire artificiellement une atmosphère convenablement sèche et pareille à celle du mois de mars. Alors tous les signes électriques ont reparu même avec une plus grande intensité, et désormais à l'abri des influences et des variations du temps, j'ai pu multiplier les expériences autant qu'il était nécessaire. J'ai fait de cette manière deux végétations de blé, deux de cresson alénois, une de giroflée de Mahon, et une autre de luzerne; dans chaque opération, le développement de l'action végétale et celui des phénomènes électriques qui l'accompagnent, ont été suivis pendant dix à douze jours.

Il se présente une circonstance singulière, c'est qu'après les trois ou quatre premiers jours de végétation, si l'on met le condensateur à l'état naturel après une observation, et qu'ensuite on le remette en expérience seulement pendant une seconde, déjà il se trouve chargé d'électricité. Or, il est évident que pendant une seconde, le poids d'oxigène qui se combine ou qui se dégage dans une végétation languissante, qui n'a que trois ou quatre pieds carrés d'étendue, est un poids si faible et une fraction de milligramme si imperceptible que l'électricité qu'il dégage ne peut être sensible au condensateur. On pourrait craindre, d'après, cela que cette électricité n'eût une autre source, et qu'elle ne fût développée par quelque cause étrangère; mais en y réfléchissant, on voit que la terre des capsules se dessèche, qu'elle devient un conducteur imparfait, que l'électricité qui s'y est accumulée s'y trouve retenue, et que c'est elle qui charge le condensateur. Pour s'en assurer, il suffit de mettre en contact, avec le conden-

sateur successivement une, deux, trois, ou un plus grand nombre de capsules, et on voit la charge augmenter à mesure que leur nombre augmente; enfin, il suffit de les mettre en communication avec le sol pendant long-temps, alors elles ne donnent plus de charge au condensateur, et il faut que des heures entières s'écoulent pour qu'elles puissent, après cela, lui communiquer une électricité sensible. C'est sans doute cette imparfaite conductibilité de la terre desséchée qui m'a mis dans l'impossibilité d'observer jusqu'ici aucun changement électrique par les périodes du jour et de la nuit, bien que j'aie pris beaucoup de précautions pour le constater, présumant que si le dégagement d'acide carbonique produit dans le sol de l'électricité résineuse, le dégagement de l'oxigène devrait, au contraire, y produire de l'électricité vitrée.

C'est peut-être aussi la même cause qui a donné naissance à un autre phénomène que je n'ai pas encore assez étudié pour en rendre un compte exact. Il est arrivé deux fois que les signes électriques ont cessé pendant deux ou trois jours, et qu'ils se sont présentés ensuite en sens opposés, c'est-à-dire que les capsules ont manifesté l'électricité vitrée, et ont continué de la manifester ainsi avec une très-faible intensité pendant tout le reste de la végétation.

En résumant l'ensemble de ces expériences, il en résultera les conséquences suivantes :

Premièrement. Que les gaz dégagent de l'électricité lorsqu'ils se combinent, soit entr'eux, soit avec les corps solides ou liquides;

Que dans ces combinaisons, l'oxigène dégage toujours

l'électricité positive, et le corps combustible, quel qu'il soit, l'électricité négative;

Et que réciproquement, quand une combinaison se défait, chacun des élémens, manquant alors de l'électricité qu'il avait dégagé, se trouve dans un état électrique opposé. Cette réciprocité montre en quoi l'état naissant diffère de l'état définitif d'un corps.

Il en résulte, secondement, que l'action des végétaux sur l'oxigène de l'air est une des causes les plus permanentes et les plus puissantes de l'électricité atmosphérique; et si l'on considère, d'une part, qu'un gramme de charbon pur, en passant à l'état d'acide carbonique, dégage assez d'électricité pour charger une bouteille de Leyde; et d'une autre part, que le charbon qui est engagé dans la constitution des végétaux ne donne pas moins d'électricité que le charbon qui brûle librement, on peut conclure, comme mes expériences directes tendent à l'établir, que sur une surface de végétation de 100 mètres carrés il se produit en un jour plus d'électricité vitrée qu'il n'en faudrait pour charger la plus forte batterie électrique.

Cette origine de l'électricité de l'atmosphère une fois démontrée par des expériences rigoureuses, il reste à voir ce qu'elle devient, par quelles lois et par quelles propriétés elle se propage dans l'air, se disperse, s'élève et s'accumule dans les hautes régions de l'atmosphère. J'ai déjà recueilli quelques données fondamentales sur ce sujet, et j'espère que mes autres occupations me permettront de continuer ce travail.

Sur *les Combinaisons du Mercure.*

Par Mr C. G. Mitscherlich.

Acide nitrique et Protoxide de mercure.

Lorsqu'on laisse agir à froid de l'acide nitrique sur le mercure, ou que l'on chauffe de l'acide nitrique faible avec un excès de mercure, on obtient des cristaux transparens dans lesquels l'oxide est au plus bas degré d'oxigénation. On a pris jusqu'à présent ces cristaux pour une combinaison neutre, sans faire attention que la forme des cristaux change aussitôt que l'on fait varier un peu la méthode de préparation. On trouve, par exemple, que les cristaux du nitrate fait à froid changent de forme au bout d'un certain temps, et que si on les fait digérer avec du protoxide, on obtient d'autres cristaux différens des précédens. Dans tous, le mercure est au plus bas degré d'oxidation, et pour savoir si ces trois espèces de combinaisons diffèrent par le rapport de l'acide à la base, ou par la proportion de l'eau de cristallisation, j'ai entrepris les recherches suivantes :

Nitrate de protoxide de mercure neutre. On le prépare en mettant de l'acide nitrique avec du mercure. Avec l'acide concentré ou étendu, on obtient bientôt, même avec un excès de mercure, des cristaux transparens, qui changent de forme au bout d'un certain temps. Il paraît, d'après cela, que pendant qu'il reste beaucoup d'acide libre, le sel neutre se forme toujours; mais que, lorsque l'acide n'est plus en grand excès, il ne sert plus qu'à oxiduler le mercure; le sel neutre se

redissout, prend une nouvelle quantité d'oxide et forme un sel basique.

En décomposant les cristaux obtenus en premier lieu par le sel marin, tout le mercure se précipite à l'état de proto-chlorure, et le liquide est parfaitement neutre; ce qui prouve que le mercure était à l'état de protoxide, et que le sel n'était ni avec excès de base ni avec excès d'acide. En traitant les cristaux avec beaucoup d'eau, ils se décomposent en un sel acide soluble et en un sel basique insoluble; mais il ne se fait aucun changement dans l'oxide.

Pour analyser ce sel, on l'a dissous dans l'eau, puis on a ajouté de l'acide hydro-chlorique et enfin du proto-chlorure d'étain. Il se précipite aussitôt du mercure en poudre très-fine qui se rassemble en globules par une douce chaleur. On laisse le liquide s'éclaircir, on le décante et on fait bouillir le résidu avec de l'acide hydro-chlorique pour réunir le mercure en un seul globule, mais en ayant l'attention de ne point laisser échapper de vapeur, parce qu'elle entraînerait un peu de mercure. De 100 parties de nitrate, on obtient 73,13 de protoxide de mercure. La décomposition du nitrate par le feu a donné 73,78.

La quantité d'eau contenue dans le nitrate a été obtenue en le transformant en nitrate de baryte, ce qui a fait connaître aussi la proportion d'acide nitrique. On a ainsi obtenu :

Protoxide de mercure...	73,78;
Acide nitrique.........	19,57;
Eau..................	6,65;

ce qui revient à 1 atome d'acide, 1 d'oxide et 2 d'eau; car, dans cette supposition, on trouve :

Protoxide de mercure...	74,54;
Acide nitrique.........	19,09;
Eau..................	6,37.

Nitrate basique de protoxide de mercure. On l'obtient de la même dissolution que le nitrate neutre, pourvu qu'on aie soin d'y entretenir un excès de mercure. Il est formé de 3 atomes d'oxide, 2 d'acide et 3 d'eau; en effet :

	Par l'analyse.	Par le calcul.
Oxide.....	82,09	82.40;
Acide.....	14,21	14.08;
Eau.......	3,70	3.52.

Le rapport de l'oxigène de l'acide à celui de la base est ici de $3\frac{1}{3}$ à 1; et comme ce rapport est très-rare, j'ai pensé qu'il pourrait y avoir un autre sel basique dans lequel le rapport serait de $2\frac{1}{2}$ à 1; mais ayant dissous le nitrate précédent dans de l'eau aiguisée d'acide nitrique, et l'ayant fait digérer avec du protoxide de mercure, j'ai retrouvé le même sel, mais avec une forme différente de celle des deux précédens. Le nitrate basique d'oxidule de mercure appartient par conséquent à la classe des corps dimorphes.

Il est cependant incontestable que les sels insolubles que l'on obtient en traitant le nitrate basique par une grande quantité d'eau démontrent l'existence d'un autre nitrate basique; mais n'ayant pas réussi à l'obtenir cristallisé, j'en aurais regardé l'analyse comme trop

incertaine. Par le même motif, je n'ai pas fait celle du sel insoluble que laisse le nitrate neutre traité par l'eau.

Donovan admet deux autres combinaisons basiques; il obtient la première en traitant le nitrate neutre par l'eau froide, et la seconde en le traitant par l'eau bouillante. Mais comme on peut obtenir, par de longs lavages à l'eau chaude, de l'oxidule pur, il est évident que ces poudres diversement colorées sont des mélanges de combinaisons basiques, et non des composés définis. La précipitation du nitrate de mercure par la potasse, ou la trituration de l'oxidule de mercure avec l'acide nitrique faible, ne donnent aucun résultat certain.

Acide nitrique et Peroxide de mercure.

Le nitrate de peroxide de mercure cristallise très-difficilement, et donne rarement des formes déterminées. Traité par l'eau, il donne un sel soluble et un sel basique insoluble; mais, par de nombreuses lotions à l'eau bouillante, le peroxide perd tout son acide. La potasse précipite une poudre jaune, et l'ammoniaque une poudre blanche dont la nature sera déterminée plus bas Les cristaux de nitrate, triturés avec du sel marin et de l'eau, donnent une poudre rouge insoluble, et l'eau tient en dissolution du perchlorure. Il résulte de cette expérience que les cristaux sont un sel basique. En mêlant du perchlorure de mercure avec du nitrate d'argent, on obtient une dissolution qu'on ne peut amener à cristallisation.

Les cristaux de nitrate de peroxide, décomposés par

la chaleur ou par le proto-chlorure d'étain, ont donné à peu près la même quantité d'oxide; l'acide a été déterminé en transformant le sel en nitrate de baryte, et l'eau par soustraction. Voici le résultat de l'analyse :

Peroxide de mercure...	75,88 ;
Acide nitrique........	18,90 ;
Eau...................	5,22 ;

d'où il suit que le sel est formé de 2 atomes d'oxide, 1 d'acide et 2 d'eau.

Nitrate d'oxidule de mercure et d'ammoniaque. La meilleure manière de préparer ce sel est de prendre du nitrate de protoxide de mercure pur, de le dissoudre dans l'eau aiguisée d'acide nitrique, et d'ajouter une dissolution très-étendue d'ammoniaque : il se fait un précipité d'un gris noir qui est le sel double d'oxidule de mercure et d'ammoniaque. Si on ajoute plus d'ammoniaque qu'il n'en faut pour former le sel double, le précipité est changé en une poudre grise très-pesante, qui, chauffée avec de l'acide hydro-chlorique, donne des globules de mercure, et le liquide contient du peroxide. Il suit de là que le protoxide se change en métal et en peroxide; la décomposition est déterminée par le nitrate d'ammoniaque, qui a plus d'affinité pour le peroxide que pour le protoxide, et parce que le nitrate de protoxide de mercure et d'ammoniaque se dissout dans un excès d'ammoniaque, et forme une nouvelle combinaison qui contient le nitrate de peroxide de mercure, et l'ammoniaque dans un autre rapport que je ferai connaître plus tard; précisément comme cela arrive avec le proto-chlorure de mercure, qui, traité par

l'acide hydro-chlorique bouillant, donne du mercure et du perchlorure (1).

Le nitrate de protoxide de mercure et d'ammoniaque, préparé comme il vient d'être dit, a été bien lavé et desséché ensuite lentement entre des feuilles de papier. Traité par l'acide hydro-chlorique et le proto-chlorure d'étain, il a donné une quantité de mercure représentant 88,95 d'oxidule pour cent. La décomposition de ce sel par la baryte, pour déterminer l'acide nitrique, n'a pas réussi, mais bien le sulfure de barium. Le résultat de cette analyse a été 7,32 pour cent d'acide nitrique. On a obtenu l'ammoniaque en décomposant le sel double par la potasse, ou mieux le sulfure de barium, et en la recevant dans un récipient contenant de l'acide hydro-chlorique. On a ainsi, pour la composition du sel :

Protoxide de mercure...	88.95 ;
Ammoniaque..........	2.46 ;
Acide nitrique.........	7.32 ;

laquelle revient à 1 atome de nitrate d'ammoniaque et 3 de protoxide de mercure.

Nitrate de peroxide de mercure et d'ammoniaque. On l'obtient en précipitant le nitrate de peroxide de mercure par l'ammoniaque. Le métal a été obtenu en

(1) Que deviendrait, dans cette expérience, l'hydrogène de l'acide hydro-chlorique ? Lorsque les précipités traités par cet acide ont donné du mercure coulant, l'acide n'a fait autre chose que de déterminer la réunion des particules métalliques. R.

traitant le sel par l'acide hydro-chlorique, puis par le proto-chlorure d'étain; et l'acide nitrique et l'ammoniaque l'ont été par le sulfure de barium. On a ainsi trouvé la composition suivante :

Peroxide de mercure. .	81.53;
Ammoniaque..........	4.68;
Acide nitrique........	14.33;

qui peut être représentée par 2 atomes de nitrate d'ammoniaque et 3 de peroxide de mercure.

Si, en précipitant le nitrate de peroxide de mercure, on met un excès d'ammoniaque, une portion du précipité blanc se redissout, et quelque temps après de petits cristaux se déposent. La solubilité du précipité est beaucoup augmentée par un mélange d'ammoniaque et de nitrate d'ammoniaque. Par l'évaporation de l'ammoniaque, il se dépose des cristaux d'une couleur jaunâtre, qui sont très-peu solubles et ne se laissent décomposer que par un très-petit nombre de corps. L'acide nitrique n'en dissout qu'une petite quantité; l'acide sulfurique et la plupart des alcalis ne les attaquent pas; la baryte ne les décompose qu'en partie et très-difficilement. L'acide hydro-chlorique et le sulfure de barium les décomposent au contraire très-facilement. Ils sont composés de :

Oxide de mercure.....	75,22;
Ammoniaque.........	5,80;
Acide nitrique........	18,12;

ou de 1 atome de nitrate d'ammoniaque et de 2 de peroxide.

Chlorure de mercure et d'ammoniaque. Ce sel, qu'on a obtenu en précipitant le perchlorure de mercure par l'ammoniaque, est le même que celui qu'on obtient en versant des alcalis caustiques ou carbonatés dans un mélange de sel ammoniac et de perchlorure de mercure. Il a donné, à l'analyse :

Peroxide de mercure.....	82,41 ;
Ammoniaque............	7,10 ;
Acide hydro-chlorique....	10,70 ;

ou 1 atome d'hydro-chlorate d'ammoniaque et 2 de peroxide.

Il est à remarquer que dans les quatre sels précédens il y a assez d'acide nitrique ou d'acide hydro-chlorique pour neutraliser entièrement l'ammoniaque, et que l'oxigène de l'oxide suit les lois de capacité de saturation de l'acide nitrique. On pourrait considérer ces combinaisons comme des sels doubles ; mais il me paraît bien plus probable que l'acide, réuni à l'une des deux bases, se comporte comme un acide par rapport à l'autre.

Nitrate d'argent et d'ammoniaque. On obtient ce sel en ajoutant de l'ammoniaque à du nitrate d'argent. Il cristallise assez facilement et est très-soluble. L'ammoniaque et l'acide nitrique ont été déterminés par les moyens déjà indiqués, et l'argent en décomposant le sel par l'acide hydro-chlorique. Il est composé de :

Acide nitrique.....	26,4 ;
Oxide d'argent.....	55,0 ;
Ammoniaque......	18,0 ;

ou de 1 atome de nitrate d'argent et de 2 d'ammoniaque.

Sulfate d'argent et d'ammoniaque. On l'obtient de la même manière que le précédent ; il est très-soluble et cristallise facilement ; il est composé de :

Acide sulfurique.....	21,60 ;
Oxide d'argent.......	60,65 ;
Ammoniaque........	19,40 ;

ou de 1 atome de sulfate d'argent et de 2 d'ammoniaque.

Ces deux derniers sels ont une composition tout-à-fait analogue et semblable à celle que M. Berzelius a donnée du composé, que l'on obtient en traitant le sulfate de cuivre par l'ammoniaque.

(*Annalen der Physik.* LXXXV. 387.)

SUITE *du Mémoire sur les Combinaisons du Phosphore avec l'Hydrogène et les métaux.*

PAR M. HENRI ROSE.

Composition de l'Acide hypo-phosphoreux.

AVANT de passer aux sels de l'acide hypo-phosphoreux, il est nécessaire que j'expose les expériences que j'ai faites pour déterminer la composition de cet acide. A la vérité, elle a déjà été l'objet des recherches du célèbre chimiste auquel on doit la découverte de l'acide hypo-phosphoreux ; mais comme elle est différente de celle

donnée par sir H. Davy, et qu'elle ne pouvait pas expliquer plusieurs phénomènes que j'avais observés pendant la décomposition des hypophosphites, jen ai fait un nouvel examen.

Suivant M. Dulong, l'acide hypo-phosphoreux contient deux fois moins d'oxigène que l'acide phosphoreux, et il est formé sur 100 parties de :

Phosphore.....	72,75;
Oxigène.......	27,25.

Davy avait aussi trouvé que l'acide hypo-phosphoreux renferme deux fois moins d'oxigène que l'acide phosphoreux; mais il en admettait aussi moitié moins dans celui-ci que dans l'acide phosphorique; il assigne a l'acide hypo-phosphoreux la composition suivante :

Phosphore.....	75,00;
Oxigène.......	25,00.

Les résultats de Davy, en ce qui concerne l'acide phosphoreux et l'acide phosphorique, ont été contredits par Berzelius; mais personne que je sache, ne s'est occupé depuis Davy de la composition de l'acide hypo-phosphoreux.

La plupart de mes expériences ont été faites avec l'hypo-phosphite de chaux ou de baryte cristallisé. 1g,431 d'hypo-phosphite de chaux, traités par l'acide nitrique, ont donné 1g,641 de phosphate acide de chaux, qui, décomposés par l'acide sulfurique, ont produit 1g,180 de sulfate de chaux. On conclut de là que le phosphate acide est composé de :

Acide phosphorique...	70,14 ;
Chaux...............	29,86 ;

ou de 2 atomes d'acide et 1 de chaux.

1^g,852 d'hypo-phosphite de chaux ont été exposés à une chaleur rouge. Le sel a d'abord décrépité en donnant un peu d'eau ; mais bientôt du gaz hydrogène phosphuré, spontanément inflammable, s'est dégagé en abondance. Vers la fin de l'opération, le gaz ne s'enflammait plus ; mais il s'est sublimé des traces de phosphore, et le résidu était rougeâtre : son poids était de 1^g,570. Ayant dissous dans l'acide hydro-chlorique 0^g,849 de ce résidu, il est resté une matière rouge insoluble, pesant 0^g,048. Le liquide filtré, décomposé par l'acide sulfurique, a produit 0^g,822 de sulfate de chaux. Si l'on retranche du poids du résidu celui de la matière rouge, on trouve qu'il est composé de :

Acide phosphorique...	57,38 ;
Chaux..............	42,62 ;

c'est-à-dire, sensiblement comme le phosphate de chaux neutre, qui contient 55,62 d'acide phosphorique et 44,38 de chaux. Il est même probable que la différence serait nulle s'il ne se formait un peu de bi-phosphate de chaux par la combustion des premières portions d'hydrogène phosphuré dans la retorte, et si une portion de phosphore n'adhérait fortement au résidu.

Maintenant, puisque l'hypo-phosphite de chaux peut produire 2 atomes d'acide phosphorique en se combinant avec de l'oxigène, et que, en se décomposant par

la chaleur, il donne du phosphate neutre de chaux et du gaz hydrogène phosphuré spontanément inflammable, lequel contient 3 atomes d'hydrogène et 2 de phosphore, il faut que l'acide hypo-phosphoreux sec soit composé de 2 atomes de phosphore et 1 d'oxigène, ou sur 100 parties de :

Phosphore.....	79.69;
Oxigène.......	20.31.

L'hypo-phosphite de chaux contient un atome et demi d'eau; de sorte qu'en se décomposant par la chaleur, l'eau lui fournit un atome et demi d'oxigène pour le transformer en phosphate neutre, et un atome et demi d'hydrogène pour former avec l'autre atome de phosphore de l'hydrogène phosphuré spontanément inflammable. Cependant l'eau dans l'hypo-phosphite s'élève, par l'analyse, à un peu plus d'un atome et demi; ce qui provient de la formation d'un peu d'acide phosphorique libre par la combustion de l'hydrogène phosphuré.

L'hypo-phosphite de baryte donne aussi du bi-phosphate lorsqu'on le traite par l'acide nitrique, et du phosphate neutre lorsqu'on le décompose par la chaleur. Ce sel contient de l'eau de cristallisation, et deux fois plus lorsqu'il a été évaporé dans le vide avec l'acide sulfurique, que lorsqu'on emploie la chaleur; l'eau, dans le premier cas, s'élève au moins à 3 atomes. Le résidu qu'il laisse par l'action de la chaleur est moins coloré que celui de l'hypo-phosphite de chaux, et ne contient qu'environ $\frac{1}{118}$ de phosphore; d'où l'on voit que plus un hypo-phosphite contient d'eau, moins il reste de phosphore dans le résidu.

L'hypo-phosphite de strontiane a donné des résultats semblables aux précédens.

Quoique, d'après la décomposition des hypo-phosphites, il ne puisse rester aucun doute sur la nature de l'acide hypo-phosphoreux, j'ai voulu m'assurer si le gaz hydrogène phosphuré que ces sels produisent est le même que celui que j'avais déjà examiné. J'ai employé le même moyen d'analyse, et j'ai été conduit absolument au même résultat, c'est-à-dire que j'ai trouvé que le gaz hydrogène phosphuré des hypo-phosphites est composé de 3 atomes d'hydrogène et de 2 de phosphore.

J'ai encore fait une autre série d'expériences pour m'assurer de la composition de l'acide hypo-phosphoreux. J'ai pour cela fait usage de la propriété qu'a cet acide de séparer plusieurs métaux de leur combinaison avec l'oxigène ou avec le chlore.

$1^g,344$ d'hypo-phosphite de chaux qui avait été obtenu par l'évaporation dans le vide, étant décomposés par l'acide sulfurique, ont produit $1^g,057$ de sulfate de chaux, ce qui fait 32,66 pour cent.

$1^g,434$ du même sel, dissous dans l'eau, ont été versés peu à peu dans une dissolution de perchlorure de mercure qui contenait une grande quantité de perchlorure; précaution très-nécessaire, car si l'on versait d'un seul coup tout l'hypo-phosphite dans le perchlorure de mercure, ou réciproquement, il se précipiterait du mercure métallique; ce que j'ai cherché avec soin à éviter. Bientôt du proto-chlorure de mercure commence à se précipiter; mais il faut plus de huit jours, à une chaleur de digestion, pour que les dernières portions soient entièrement précipitées. Comme

il pouvait en même temps se séparer une petite quantité de phosphate de chaux, j'ai ajouté à la dissolution de l'acide hydro-chlorique. Le proto-chlorure de mercure recueilli pesait 15g,644. Or, la quantité de chlore abandonnée par le perchlorure représente 0g,526 d'oxigène ; et comme l'hypo-phosphite contient 0g,4683 de chaux, et qu'il peut être changé en bi-phosphate, il doit contenir 1g,174 d'acide phosphorique, dans lequel il y a 0g,6578 d'oxigène. Si maintenant l'acide hypo-phosphoreux ne contient qu'un atome d'oxigène, il faut évidemment qu'il en ait pris quatre pour se changer en acide phosphorique ; ou que les $\frac{4}{5}$ de l'oxigène contenu dans l'acide phosphorique, savoir 0g,526, soient égaux à la quantité d'oxigène fournie par le perchlorure de mercure. La coïncidence des résultats est parfaite, et toutes les circonstances favorables doivent s'être réunies ici ; car, dans aucune autre expérience, l'accord n'a été aussi grand.

Mais, pour parvenir à des résultats précis, il est indispensable que l'hypo-phosphite ne contienne aucune trace d'acide phosphorique, parce qu'il se réduirait du mercure, et le meilleur moyen d'y parvenir est d'évaporer l'hypo-phosphite dans le vide. Si on évaporait au contact de l'air, on obtiendrait bien de beaux cristaux par le refroidissement ; mais ils contiendraient une petite quantité de phosphate acide, et laisseraient, en se dissolvant dans l'eau, une poudre blanche faisant effervescence avec les acides, dont je n'ai pas recherché exactement la nature.

1g,665 du même hypo-phosphite de chaux ont été dissous dans l'eau et mêlés avec une grande quantité

d'une dissolution neutre de chlorure d'or. Après avoir ajouté de l'acide hydro-chlorique, on a fait bouillir le mélange et on l'a tenu long-temps dans l'obscurité, exposé à la chaleur. On a obtenu $4^g,914$ d'or, et le chlorure avait par conséquent perdu une quantité de chlore représentant $0^g,593$ d'oxigène. L'hypo-phosphite employé aurait pu produire $1^g,362$ d'acide phosphorique, dans lequel il y a $0^g,763$ d'oxigène; et les $\frac{4}{5}$ de cette quantité sont égaux à $0^g,610$.

Dans une autre expérience, l'oxigène fourni par le chlorure d'or étant $0^g,653$, les $\frac{4}{5}$ de celui contenu dans l'acide phosphorique se sont trouvés égaler à $0^g,672$.

Avec l'hypo-phosphite de baryte, l'oxigène fourni par le chlorure d'or a été $0^g,680$, et les $\frac{4}{5}$ de celui de l'acide phosphorique $0^g,645$. Dans une seconde expérience faite avec le perchlorure de mercure, ces deux quantités d'oxigène se sont trouvées dans le rapport de $0^g,600$ à $0^g,571$.

Il résulte de ces diverses expériences que la composition de l'acide hypo-phosphoreux doit être telle que je l'ai donnée : elle confirme pleinement celle du gaz hydrogène phosphuré spontanément inflammable, que j'ai fait connaître au commencement de ces recherches.

(*La suite quand elle aura paru.*)

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 2 juillet 1827.

M. PONS écrit de Florence qu'il a découvert, le 20 juin, une petite comète invisible à l'œil nu dans la constellation de Cassiopée.

D'après une lettre de Marseille, M. Gambart y a aperçu le même astre le 21 juin, à deux heures du matin.

M. Conti présente le projet de deux nouvelles machines.

M. Duboc de Rouen, écrit qu'il n'est pas exact que personne ait conseillé avant lui l'emploi du chlorure de chaux pour préparer un encollage qui permette aux tisserands de travailler dans toutes les localités.

M. Geoffroy communique verbalement plusieurs remarques sur la diversité des espèces de girafe.

M. Mongez lit un Mémoire sur l'histoire de la girafe.

M. Beudant, au nom d'une Commission, rend un compte très-favorable des quatre Mémoires que M. Berthier présenta à l'Académie dans une des dernières séances.

M. Prévost lit l'extrait d'un nouveau Mémoire de géologie.

Séance du lundi 9 juillet.

Le Ministre de la Marine adresse des observations de diverses natures qui lui ont été envoyées de la Nouvelle-Hollande par M. Durville.

M. Rembielinski présente un Mémoire intitulé : *Description des Courbes productionnelles.*

M. Velpeau lit un Mémoire intitulé : *Recherches sur l'œuf humain.*

M. Sérullas lit le Mémoire que les lecteurs des *Annales* connaissent déjà.

M. Cordier, au nom d'une Commission, rend un compte favorable du Mémoire lu dernièrement par M. Prévost. (*Voyez* plus bas.)

La Commission qui présentera des candidats pour la place d'associé étranger vacante par la mort de Volta, sera composée, d'après le résultat du scrutin, de MM. Arago, Fourier, Legendre, Cuvier, Thenard et Desfontaines.

La Section de Minéralogie présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place vacante dans son sein par la mort de M. Ramond : MM. Bonnard, Berthier et Constant Prévost.

Séance du lundi 16 juillet.

L'Académie apprend avec une vive douleur la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. Fresnel.

M. Keller, ingénieur hydrographe de la Marine, demande à déposer un paquet cacheté. M. Boucharlat adresse un paquet également cacheté, contenant les résultats d'un travail qu'il a fait sur l'ammoniaque, et l'analyse d'un Mémoire intitulé : *Sur la Possibilité de regarder l'ammoniaque aussi-bien comme un hydracide que comme un alcali.*

M. Cuvier fait un rapport sur les ossemens recueillis dans la caverne d'Oisselles, près de Besançon.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à l'élection d'un membre; au second tour, M. Berthier est nommé.

M. Andreossy présente une Note historique sur la girafe.

M. Turpin lit un Mémoire sur le tissu et le mode de reproduction de la truffe comestible, comparés au tissu et à la reproduotion de la globuline.

Séance du lundi 23 juillet.

M. Arago donne communication de plusieurs nouvelles expériences de M. Auguste de La Rive, concernant les propriétés du brome.

M. Guillon dépose un paquet cacheté.

M. Cordier termine la lecture de son Mémoire sur la Température de la terre.

M. Turpin lit la fin de son Mémoire sur la reproduction de la truffe.

M. Dutrochet communique les Observations sur l'endosmose et l'exosmose qui font partie de ce Cahier.

Séance du lundi 30 juillet.

M. Roger envoie les Élémens du calcul qui lui a servi à établir la hauteur du Mont-Blanc.

M. Thenard, au nom d'une Commission, annonce que les manuscrits de M. Reineck, mort à Ancenis, ne renferment rien qui paraisse mériter d'être imprimé. Cet examen avait été demandé par le Ministre de l'Intérieur.

M. Collard de Martigny envoie l'Énoncé des principales conséquences qu'il a déduites de ses recherches sur les altérations produites par l'abstinence complète

d'alimens solides et liquides dans la quantité et la composition du sang et de la lymphe.

M. Binet lit un Mémoire sur la Détermination des orbites des planètes et des comètes.

MM. Robiquet et Collin lisent un second Mémoire sur la Garance.

M. Savart présente un nouveau Mémoire sur les Vibrations des corps solides.

La séance étant devenue secrète, le Président, au nom de la Commission nommée le 9 juillet, présente les candidats suivans pour la place d'associé étranger actuellement vacante :

Au premier rang, le docteur Thomas Young de Londres ; ensuite, par ordre alphabétique, MM. Bessel, à Kœnisgberg ; Blumenbach, à Gottingue ; Robert Brown, à Londres ; Léopold de Buch, à Berlin ; Dalton, à Manchester ; Olbers, à Bremen ; Œrsted, à Copenhague ; Plana, à Turin, et Sœmmering, à Francfort.

Rapport *fait à l'Académie royale des Sciences sur un Mémoire de M.* Constant Prévost.

L'Académie nous a chargés, M. le baron Cuvier et moi (M. Cordier), de lui rendre compte d'un Mémoire qui lui a été lu, dans les séances des 16 juin et 2 juillet présent mois, par M. Constant Prévost.

Ce Mémoire a pour titre : *Examen de cette question géologique : Les continens que nous habitons ont-ils été à plusieurs reprises submergés par la mer?*

L'auteur s'attache d'abord à prouver qu'il n'existe au milieu des terrains de transport et de sédiment, aucune couche que l'on puisse regarder comme représentant une ancienne surface continentale qui aurait été couverte pendant longtemps de végétaux terrestres et habitée par des animaux du même genre, avant d'avoir été enveloppée par des dépôts marins ; il expose qu'il a vainement cherché les traces d'anciennes surfaces continentales au contact des terrains marins et des terrains d'eau douce qui alternent en plusieurs parties de la France, de l'Allemagne et de l'Angleterre. Il développe les motifs qui portent à penser que les débris de végétaux qu'on a quelquefois trouvés dans une situation verticale au milieu des grès houillers, ne doivent cette position qu'au hasard. La présence de débris de mammifères, soit dans les couches diluviennes proprement dites, soit dans des cavernes antérieures à ces couches, ne lui paraît pas prouver davantage que la mer a pu envahir un sol précédemment habité. Il arrive définitivement à cette première conclusion, savoir : que les contrées qui sont occupées par des terrains de transport et de sédiment ont été recouvertes par les eaux pendant tout le temps que la formation de ces terrains a exigée.

L'auteur énumère ensuite avec soin les principales circonstances qui caractérisent la formation des dépôts qui ont lieu de nos jours dans les lacs, à l'embouchure des rivières, sur les plages de l'Océan et dans toutes les parties de son bassin qui ont peu de profondeur. Il distiugue parmi ces dépôts, ceux qui résultent de courans plus ou moins rapides et ceux qui proviennent de précipitations paisibles ; ceux qui appartiennent à des rivages et ceux qui se forment en pleine eau. Il rappelle que les fleuves portent souvent à de grandes distances des débris organiques continentaux de toute espèce, et que les eaux de la mer, soulevées accidentellement de leur bassin, font quelquefois des irruptions momentanées sur

des surfaces très-étendues qui sont habituellement occupées par des marais, par des lagunes, par des lacs, dont le fond est incontestablement formé par des dépôts remplis de débris organiques fluviatiles et terrestres. Il fait différentes remarques sur la nature des mollusques qui vivent isolés ou en famille, près des rivages ou loin des rivages. Il expose enfin que, par le concours des causes actuelles, le détroit de la Manche doit contenir des alternations de couches analogues à celles qui constituent la partie inférieure de beaucoup de terrains tertiaires; que si le niveau de la mer pouvait baisser de 25 brasses, ce détroit serait changé en un vaste lac, et qu'après un certain laps de temps il s'y formerait nécessairement une série de couches analogue à celles qui figurent dans la partie supérieure des mêmes terrains de plusieurs contrées.

Partant des données qui précèdent, et supposant en général que le niveau des mers a effectivement éprouvé un abaissement lent et progressif depuis l'origine des choses, l'auteur entreprend d'expliquer la manière dont se sont formés les terrains tertiaires des environs de Paris et ceux qui leur font suite, soit jusqu'à la Loire, soit jusqu'au-delà de la Manche dans les environs de l'île de Wigth en Angleterre. Considérant tous ces terrains comme appartenant à un antique bassin, il en représente la constitution au moyen de deux coupes transversales dans lesquelles il a résumé toutes les observations qui ont été recueillies jusqu'à ce jour, et dont l'aspect est propre à donner une idée nette des alternances, des mélanges et des enchevêtremens que présentent les dépôts divers. L'auteur pense que ces coupes pourraient à la rigueur suffire à l'aide des légendes qu'il y a jointes, pour faire voir que les couches marines de la craie, du calcaire grossier, des marnes et des grès supérieurs, ont pu être formées dans le même bassin, sous les mêmes eaux que

l'argile plastique, le calcaire siliceux et le gypse lui-même, qui renferment essentiellement des débris d'animaux et de végétaux terrestres et fluviatiles; mais il s'empresse d'ajouter à son système d'explication, tous les développemens, toutes les inductions qui lui ont paru propres à en assurer la vraisemblance. Voici en résumé quel est ce système d'explication :

1re Epoque. Une mer paisible et profonde dépose les deux variétés de craie qui constituent les bords et le fond du grand bassin tertiaire dont il s'agit.

2e Epoque. Par suite de l'abaissement progressif de l'Océan, le grand bassin devient un golfe dans lequel des affluens fluviatiles forment des brêches crayeuses et des argiles plastiques, qui sont bientôt recouvertes par les dépouilles marines du premier calcaire grossier.

3e Epoque. Les dépôts sont interrompus par une commotion qui brise et qui déplace sensiblement les couches. Le bassin devient un lac salé, traversé par des cours d'eau volumineux venant alternativement de la mer et des continens, et qui produisent les mélanges, les enchevêtremens que présentent le second calcaire grossier, le calcaire siliceux et les gypses.

4e Epoque. Irruption d'une grande quantité d'eau douce chargée d'argiles et de marnes, au milieu desquelles il se forme encore quelques dépôts de coquilles marines bivalves. Le bassin n'est plus qu'un immense étang saumâtre.

5e Epoque. Le bassin cesse de communiquer avec l'Océan, et le niveau de ses eaux s'abaisse au-dessous de celui des eaux marines. Les dépôts vaseux des eaux continentales continuent.

6e Epoque. Irruption accidentelle de l'Océan, qui dépose les sables et les grès marins supérieurs. Immédiatement après, le bassin, presque comblé, ne contient que des eaux douces

peu profondes; il reçoit moins d'affluens; il s'y établit des végétaux et des animaux; les meulières et le calcaire d'eau douce se déposent.

7e et dernière Epoque. La succession de ces opérations diverses est terminée par le cataclysme diluvien.

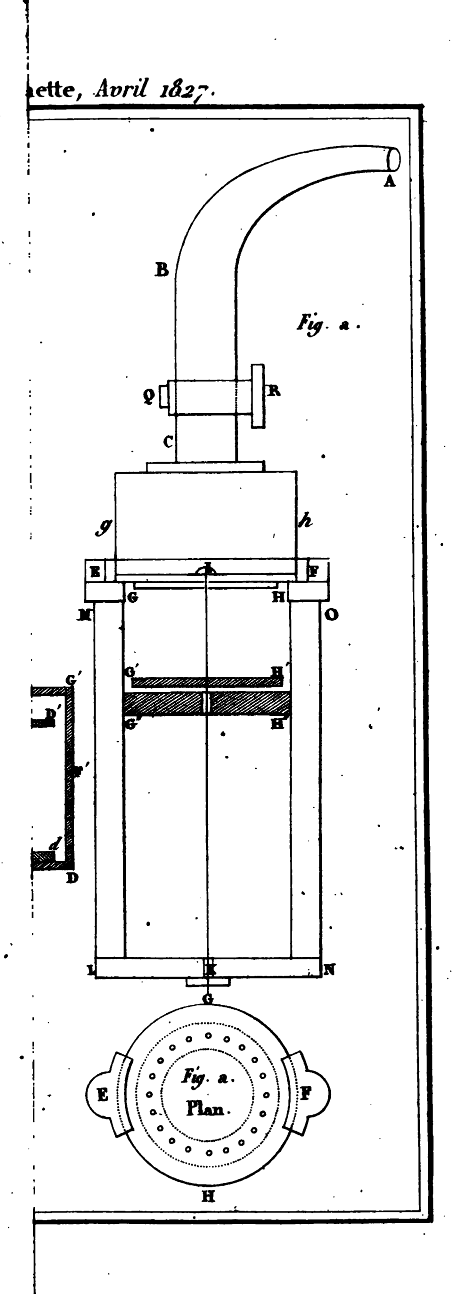
On voit, par l'analyse qui précède, que le travail de M. Prévost n'a pas eu pour objet de faire connaître des faits nouveaux, mais de rapprocher un grand nombre de faits curieux, d'en discuter les caractères, d'en déterminer la valeur, de comparer ceux qui paraissent comparables, et d'essayer de remonter aux causes en s'étayant de plusieurs suppositions qui peuvent être plus ou moins probables. Ce genre de travail a certainement son importance et son utilité en géologie; il offre de grandes difficultés, et on doit savoir d'autant plus de gré à M. Prévost de s'y être livré, qu'il l'a fait avec un talent remarquable. Nous avons en conséquence l'honnenr de proposer à l'Académie de décider que le Mémoire de M. Constant Prévost sera imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers*.

JOURS.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Thermomètre maxim.	minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	761,41	+21,6		758,27	+27,5		757,13	+26,5		756,02	+22,5		+26,5	+14,8	Nuageux.	S. O.
2	754,09	+26,1		752,64	+31,3		751,41	+33,8		751,53	+25,5		+33,0	+15,8	Nuages légers.	S. E.
3	753,65	+25,8		752,79	+28,0		751,99	+29,0		751,90	+22,5		+29,0	+17,8	Nuageux.	S. S. O.
4	753,27	+23,4		753,16	+26,5		753,47	+25,8		755,51	+19,8		+25,8	+16,0	Nuageux.	O.
5	758,13	+23,3		758,04	+25,0		758,32	+24,6		759,82	+19,4		+24,6	+17,3	Nuageux.	O.
6	761,37	+21,3		761,32	+22,9		761,09	+23,1		762,10	+18,0		+23,1	+16,3	Très-nuageux.	N.
7	761,96	+19,5		761,19	+22,0		759,96	+23,3		759,66	+18,3		+23,3	+12,5	Beau ciel.	N. E.
8	758,15	+22,3		756,99	+25,0		756,39	+26,5		756,04	+21,5		+26,5	+12,8	Nuages.	N. E.
9	755,91	+21,0		755,18	+29,5		754,15	+27,8		753,92	+19,3		+27,8	+13,8	Nuageux.	S. O.
10	752,11	+20,5		751,34	+22,0		750,60	+20,8		749,94	+17,5		+20,8	+17,0	Pluie très-légère.	S. O.
11	749,80	+19,5		749,19	+20,5		749,74	+16,8		750,41	+14,5		+16,8	+10,8	Nuageux.	S. O.
12	751,42	+19,0		752,02	+19,6		752,50	+20,5		755,30	+		+20,5	+13,0	Nuageux.	O. S. O.
13	757,10	+16,3		757,15	+18,0		757,38	+18,0		755,52	+15,8		+18,0	+10,5	Couvert.	O.
14	753,78	+20,4		752,71	+22,5		751,09	+23,8		748,25	+18,3		+23,8	+15,6	Nuageux.	S. O.
15	745,51	+21,5		745,19	+23,6		745,09	+23,3		744,69	+17,3		+23,3	+14,0	Couvert.	S. O.
16	744,94	+20,3		745,84	+22,8		745,63	+21,8		747,15	+16,3		+21,8	+15,8	Couvert.	S. O. fort.
17	750,65	+20,0	76	751,35	+23,4	67	752,10	+22,5	60	754,34	+15,3	92	+23,5	+14,0	Couvert.	S. S. O.
18	756,22	+20,4	81	755,99	+24,0	65	754,94	+23,8	57	754,54	+19,4	73	+23,8	+11,8	Nuageux.	S.
19	754,12	+21,5	80	754,78	+21,8	76	755,40	+18,9	76	756,59	+15,3	98	+18,5	+15,9	Très nuageux.	N. N. E.
20	755,58	+17,8	87	756,18	+21,0	77	756,02	+20,5	73	756,44	+15,5		+20,5	+13,3	Nuageux.	O. S. O.
21	756,34	+19,6	84	756,19	+	73	755,94	+20,1	70	756,14	+15,8	9	+20,1	+14,0	Nuageux.	
22	757,44	+16,5	85	757,40	+19,0	75	757,20	+20,1	65	758,56	+14,8	80	+20,1	+16,0	Couvert.	N.
23	762,00	+17,8	65	762,01	+19,0	64	762,31	+20,4	64	764,02	+16,3	80	+20,4	+12,5	Nuageux.	N. fort.
24	764,05	+18,3	78	762,55	+21,3	69	760,83	+23,3	60	759,57	+16,3	80	+23,3	+12,3	Nuageux.	N. O
25	757,12	+17,0	83	757,60	+13,8	88	757,55	+17,4	61	758,99	+13,6	80	+17,4	+13,5	Pluie.	N. O. fort.
26	758,75	+14,8	76	758,28	+13,5	73	757,58	+16,0	64	758,53	+10,9	89	+16,0	+10,8	Nuageux.	N. O. fort.
27	761,51	+14,5	88	761,88	+18,0	70	761,75	+19,0	54	764,06	+15,5	69	+19,0	+12,6	Très-nuageux.	N.
28	764,07	+16,0	86	763,27	+20,8	71	762,68	+21,3	70	763,47	+14,0	80	+21,3	+10,8	Nuageux.	N. O.
29	765,56	+16,3	74	765,64	+18,6	53	765,03	+18,8	55	766,05	+23,4	78	+18,8	+11,5	Très-nuageux.	N.
30	765,53	+17,5	66	764,10	+20,0	62	762,48	+20,0	64	761,28	+15,0	88	+20,0	+ 6,8	Nuageux.	O. S. O.
31	761,33	+16,8	83	761,47	+19,0	80	761,15	+19,3	75	762,14	+15,6		+19,3	+14,8	Très-nuageux.	N. N. O.
1	757,01	+22,5		756,09	+26,0		755,45	+25,1		755,64	+20,4		+25,0	+15,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en mill.
2	752,00	+19,7		752,04	+21,7		751,99	+21,0		751,42	+16,4		+21,1	+13,5	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 31,60
3	761,25	+16,8	79	760,94	+18,5	71	760,41	+19,6	64	761,16	+15,6	82	+23,6	+12,3	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 30,30
	756,90	+19,6		756,50	+22,1		756,09	+22,2		756,57	+17,4		+22,2	+13,7	Moyennes du mois, + 18,0.	

TABLE

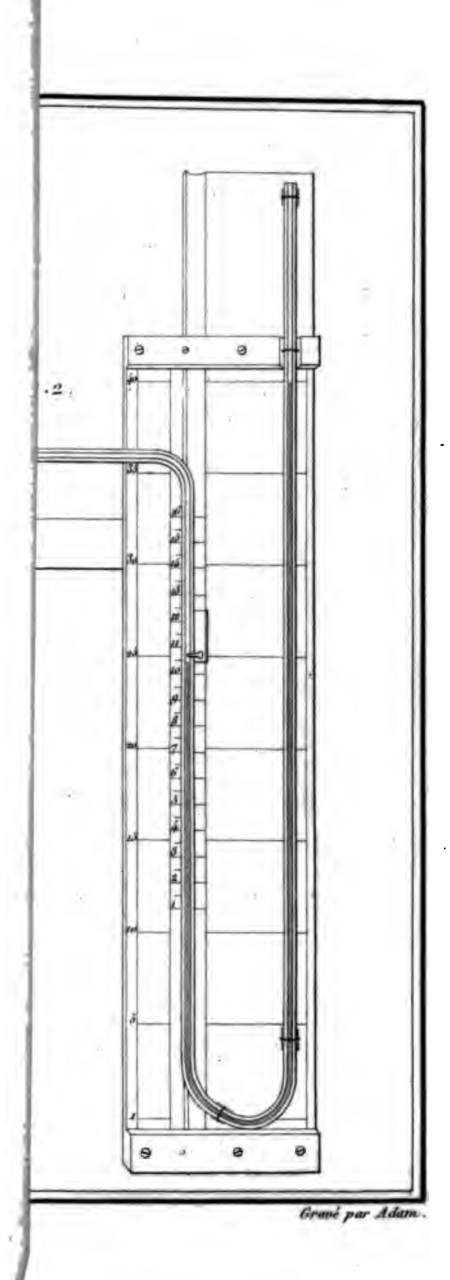
DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU TRENTE-CINQUIÈME VOLUME.



ette, Avril 1827.
Fig. a.
A
B
Q
R
C
g
h
E
F
G
H
M
O
G'
H'
D'
d
D
L
K
N
E
F
Fig. a.
Plan.
H





Gravé par Adam.





